

С. С. БОРОВИК
М. А. БРОДСКИЙ

РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА

БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ

АМ — амплитудная модуляция
АПЧ — автоматическая подстройка частоты
АРУ — автоматическая регулировка усиления
АРУЗ — автоматическая регулировка уровня записи
АС — акустическая система
АЧХ — амплитудно-частотная характеристика
БПН — блок преобразователя напряжения
БШН — бесшумная настройка
ДВ — длинные волны
ДЧМ — детектор сигналов с частотной модуляцией
КВ — короткие волны
КПЕ — конденсатор переменной емкости
КСС — комплексный стереосигнал
МА — магнитная антенна
ООС — отрицательная обратная связь
ПКФ — пьезокерамический фильтр
ПН — преобразователь напряжения
РПУ — радиоприемное устройство
РСБ — расширитель стереобазы
СВ — средние волны
СД — стереодекодер
УЗЧ — усилитель звуковой частоты
УКВ — ультракороткие волны
УПТ — усилитель постоянного тока
УПЧ — усилитель промежуточной частоты
УРЧ — усилитель радиочастоты
ФПЧ — фильтр промежуточной частоты
ФСС — фильтр сосредоточенной селекции
ЭПУ — электропроигрывающее устройство

С.С. БОРОВИК
М.А. БРОДСКИЙ

РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1989

ББК 32.844
Б83
УДК 621.396.6.004.67

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент кафедры радиоприемных устройств Минского радиотехнического института *Н. И. Окулич;* старший научный сотрудник кафедры радиофизики Белорусского государственного университета им. В. И. Ленина *В. Т. Шнитко*

Боровик С. С., Бродский М. А.

Б83 Ремонт и регулировка бытовой радиоэлектронной аппаратуры.— Мн.: Выш. шк., 1989.— 320 с.: ил.
ISBN 5-339-00199-7.

Рассматриваются элементы радиоаппаратуры, электропроигрывающие устройства и электрофоны, магнитофоны и радиовещательные приемники. Описываются способы отыскания неисправностей в радиоприемных устройствах, их настройка и регулировка.

Предназначается учащимся профтехучилищ по специальности «Радиомеханик по обслуживанию и ремонту радиотелевизионной аппаратуры». Может быть использовано для подготовки рабочих на производстве, а также радиолюбителями.

Б $\frac{2302020500-061}{М304(03)-89}$ 114—89 **ББК 32.844**

Производственное (практическое) издание

Боровик Сергей Сергеевич, **Бродский** Михаил Адольфович

РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА
БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Заведующий редакцией *Р. И. Масловский*
Редактор *М. Г. Москаленко*
Художник переплета *Р. Р. Сергеева*
Художественный редактор *А. Г. Звонарев*
Технический редактор *Г. М. Романчук*
Корректор *Т. К. Хваль*

ИБ № 2706

Сдано в набор 6.10.88. Подписано в печать 29.05.89. АТ 10380. Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Гарнитура литературная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 20. Усл. кр.-отт. 40. Уч.-изд. л. 22,85. Тираж 150 000 экз. Зак. 1895. Цена 2 р. 50 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220048, Минск, проспект Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа. 220005, Минск, ул. Красная, 23.

ISBN 5-339-00199-7

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выпуск бытовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) в нашей стране увеличивается с каждым годом, расширяется ее ассортимент, повышается технический уровень. Комплексной программой развития производства товаров народного потребления и сферы услуг на 1986—2000 годы предусмотрено в 1990 г. выпустить радиоприемных устройств 11,2—12,0 млн шт., а в 2000 г.—14,3—15,3 млн шт.; магнитофонов соответственно 5,8—6,0 и 7,8—8 млн; телевизионных приемников 10,6—11,0 млн и 12,5—13,0 млн, в том числе цветного изображения — 6,7—7,0 и 9,6—10,0 млн шт. Определены меры и по совершенствованию технологии производства БРЭА на основе использования интегральных микросхем и микросборок, новейших достижений микроэлектроники и микропроцессорных средств.

В настоящее время промышленностью изготовляются кассетные 1-й — 3-й групп сложности и автомобильные магнитолы, стереофонические радиокомплексы и музыкальные центры, содержащие радиоприемники, электропроигрывающие устройства, кассетные лентопротяжные механизмы и выносные акустические системы, стереофонические магнитофонные приставки, магнитофоны высшей и 1-й групп сложности.

Обслуживание и обеспечение надежной работы современной сложной радиоаппаратуры требует от радиомехаников высокой технической культуры и профессиональной грамотности, умения качественно выполнять ее ремонт, регулировку и настройку. Оказать практическую помощь этим специалистам в приобретении соответствующих знаний и предназначено данное пособие. Оно написано в соответствии с требованиями программ специальной технологии и производственного обучения для подготовки в профессионально-технических училищах радиомехаников по обслуживанию и ремонту радиотелевизионной аппаратуры.

В соответствии с рекомендациями Постоянной комиссии СЭВ по стандартизации дается новая классификация на звуковоспроизводящую бытовую радиоаппаратуру. В зависимости от основных параметров, выполняемых функций и комплекса эксплуатационных удобств магнитофоны бытовые подразделяются на пять групп сложности: 0 (высшую), 1, 2, 3 и 4-ю, а устройства бытовые радиоприемные — на четыре группы сложности: 0 (высшую), 1, 2 и 3-ю, а не на классы, как это было ранее.

В книгу включены более совершенные схемы БРЭА с характерным конструктивным решением, приводится описание и устройство аппаратуры различных групп сложности, содержится систематизированный материал по ее обслуживанию, эксплуатации и ремонту, а также диагностике неисправностей, настройке и регулировке. Освещаются вопросы обеспечения качества ремонта и безопасных приемов труда при обслуживании и ремонте, а также способы оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока.

В приложении даны краткие сведения о новых ГОСТах на звуковоспроизводящую аппаратуру.

Практическое пособие может быть использовано мастерами производственного обучения, преподавателями профессионально-технических училищ, а также радиолюбителями.

Авторы выражают благодарность рецензентам Окуличу Н. И., доценту Минского радиотехнического института, и Шнитко В. Т., старшему научному сотруднику факультета радиофизики и электроники Белорусского государственного университета им. В. И. Ленина, замечания которых способствовали улучшению содержания книги.

Авторы

ГЛАВА 1
ДОПУСКИ И ПОСАДКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ ПРОДУКЦИИ

Качество продукции — это совокупность свойств продукции, обеспечивающих ее использование в соответствии с назначением. Например, качество радиоматериалов определяется химическим составом, электрическими, механическими и физико-химическими свойствами; радиоэлементов — их конструкцией, технологичностью, точностью, надежностью; качество бытовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) — совершенством ее конструкции и эксплуатационными показателями.

В условиях ускорения научно-технического прогресса повышение качества продукции обеспечивается конструктивными, научно-техническими и организационно-техническими мерами. Оно поддерживается во время ее хранения, транспортировки, монтажа, а также в процессе эксплуатации путем соблюдения установленных правил эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Важным стимулом повышения этого показателя служит аттестация качества. Всю продукцию, подлежащую аттестации, делят на категории.

Промышленная продукция *высшей категории качества* по показателям технического уровня должна соответствовать лучшим отечественным и зарубежным образцам или превосходить их, удовлетворять потребности населения страны и быть конкурентоспособной на внешнем рынке. Она определяет технический прогресс в народном хозяйстве, обеспечивает значительное повышение производительности труда, экономию материалов, топлива и электроэнергии. Эта продукция должна отличаться стабильностью показателей качества, основанной на строгом соблюдении технологии и высокой культуры производства, удовлетворять художественно-эстетическим требованиям. Высшая категория качества присваивается промышленной продукции на срок от 1 года до 3 лет, а особо сложной — до 5 лет. Продукции этой категории присваивается государственный Знак качества.

Промышленная продукция *первой категории качества* по технико-экономическим показателям должна соответствовать современным требованиям стандартов и удовлетворять потребностям народного хозяйства и населения страны.

Ко *второй категории качества* относится продукция, которая по технико-экономическим показателям не соответствует современным

требованиям народного хозяйства и населения страны, морально устарела и подлежит модернизации или снятию с производства в сроки, установленные министерством — потребителем этой продукции.

Работа по совершенствованию методов управления качеством продукции производится согласно «Единой системе аттестации качества промышленной продукции».

1.2. ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ

Научно-технический прогресс способствует непрерывному увеличению выпуска однотипных изделий высокого качества (машин, радиоаппаратов и приборов), имеющих минимальную стоимость и одинаковые технические характеристики. В ходе эксплуатации радиоаппаратуры детали и радиоэлементы изнашиваются или ломаются. Новая деталь по своим размерам и форме должна точно соответствовать прежней. Замена детали или радиоэлемента возможна благодаря взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость представляет собой такой принцип конструирования и производства изделий, при котором независимо изготовленные детали могут собираться в изделия без дополнительной механической или ручной обработки, обеспечивая при этом нормальную работу радиоаппаратов и приборов.

Взаимозаменяемые детали должны быть одинаковыми по размерам, форме, физическим, химическим и электрическим свойствам. Функциональные параметры деталей и сборочных единиц устанавливаются в пределах допусков, обеспечивающих качественную работу машины и оптимальную стоимость ее.

Взаимозаменяемость бывает полной и неполной. При *полной взаимозаменяемости* любая деталь из партии может быть поставлена на соответствующее место в машине или аппарате без подгонки или подбора, при *неполной* — обработанные детали сначала сортируются по размерам на группы. В процессе сборки используются детали только определенной группы или подбирается либо дополнительно обрабатывается одна из деталей, называемая *компенсатором*.

Взаимозаменяемость — необходимое условие современного массового и серийного производства. Она позволяет упростить процесс сборки, повысить производительность труда, качество и надежность работы машин и аппаратов. Во время их ремонта детали, пришедшие в негодность или малонадежные в дальнейшей работе, легко заменяются новыми из запасных частей.

Развитие и повышение уровня взаимозаменяемости связано со стандартизацией и унификацией.

Стандартизация — это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности.

Стандартизация основывается на достижениях науки, техники и передового опыта и способствует ускорению технического прогресса, повышению эффективности общественного производства и производительности труда, улучшению качества продукции, экономии материальных и трудовых ресурсов. Государственная система стандартов предусматривает действие следующих категорий и видов стандартов:

государственных стандартов СССР — ГОСТ;
отраслевых стандартов — ОСТ;
республиканских стандартов — РСТ;
стандартов предприятий или объединений — СТП.

ГОСТы являются обязательными документами для предприятий, организаций и учреждений СССР. Их разрабатывают на продукцию массового и крупносерийного производства, прошедшую государственную аттестацию, а также на правила, обозначения, проектную, конструкторскую, технологическую и прочую нормативно-техническую документацию межотраслевого и межреспубликанского значения.

ОСТы разрабатывают для данной отрасли на нормы, правила, термины, обозначения, технологические процессы, инструмент, сырье, материалы и конечную продукцию мелкосерийного, ограниченного или отраслевого применения.

РСТ разрабатывают для данной республики. Они устанавливают требования к продукции, выпускаемой предприятиями союзной республики, имеющими союзное, республиканское или местное подчинение. Номенклатура такой продукции должна согласовываться с Госстандартом СССР и соответствующими союзными министерствами и ведомствами.

СТП разрабатывают на объекты стандартизации, применяемые только на данном предприятии или объединении.

Стандарты СЭВ (СТ СЭВ) издают с целью облегчения научных, технических и экономических связей стран — членов СЭВ. Они обязательны к применению всеми предприятиями, организациями и учреждениями СССР.

В зависимости от содержания и назначения стандарты всех категорий подразделяют на стандарты следующих видов: технических условий и требований; параметров; размеров; типов; конструкций; марок и сортиментов различной продукции; правил приемки и методов контроля; правил маркировки, упаковки; транспортирования и хранения; правил эксплуатации и ремонта; типовых технологических процессов. В одном стандарте могут содержаться данные, относящиеся к стандартам нескольких видов.

В отраслях народного хозяйства страны широко используются межотраслевые системы стандартов, которые состоят из комплекса взаимосвязанных стандартов и обеспечивают наивысшую эффективность проведения важных работ общегосударственного значения. К таким системам относятся: государственная система стандартов — ГСС; единая система технологической подготовки производства — ЕСТПП; единая система конструкторской документации — ЕСКД; единая система технологической документации — ЕСТД;

единая система допусков и посадок СЭВ — ЕСДП СЭВ; единая система организации бездефектного труда — ЕСОБТ; единая система аттестации качества промышленной продукции — ЕСАКПП.

Унификация является разновидностью стандартизации и позволяет рационально уменьшить типы, виды и размеры изделий одинакового назначения с едиными эксплуатационными требованиями.

Унификация деталей, радиоэлементов и компонентов позволяет создавать их типовыми и применять без подгонки, подбора или дополнительной обработки. Проводят унификацию на основе анализа и изучения конструктивных вариантов, а также особенностей работы изделий одинакового назначения. Затем создают один или несколько типов одноименных изделий, которые полностью удовлетворяют запросам промышленности. Проведение этой работы возможно только на основе ранее принятых стандартов.

Унификация находит все большее применение во всех отраслях народного хозяйства. Использование изготовленных таким способом изделий значительно сокращает трудоемкость проектирования, изготовления и ремонта БРЭА, расширяет возможности стандартизации, повышает уровень взаимозаменяемости и специализации предприятий, механизации и автоматизации производственных процессов, улучшает качество промышленной продукции, а также облегчает перестройку производства при переходе предприятий на изготовление новой продукции, освоение ее выпуска.

1.3. ПОНЯТИЕ О РАЗМЕРАХ И ИХ ДОПУСКАХ

В соединении двух деталей, входящих одна в другую, различают две поверхности: охватывающую и охватываемую. Наиболее распространены соединения деталей с гладкими цилиндрическими и плоскими параллельными поверхностями (рис. 1.1).

У цилиндрических соединений поверхность отверстия охватывает поверхность вала. Отверстие — это охватывающая поверхность, а вал — охватываемая. Названия «отверстие» и «вал» условно применяют и к другим нецилиндрическим охватывающим и охватываемым поверхностям. На рабочих чертежах проставляют размеры, указывающие геометрические параметры деталей. Размерные числа выбирают из системы предпочтительных чисел основного ряда.

Размер — это численное значение линейной величины детали. Размеры подразделяются на номинальные, действительные и предельные.

Номинальным называется основной размер детали, рассчитанный с учетом ее назначения и требуемой точности. Относительно номинального размера определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения. Номинальный размер соединения является общим размером для отверстия и вала.

В производстве номинальные размеры не могут быть выдержаны: действительные размеры всегда отличаются в бо́льшую или меньшую сторону. Причинами этого могут быть неточность изготовления

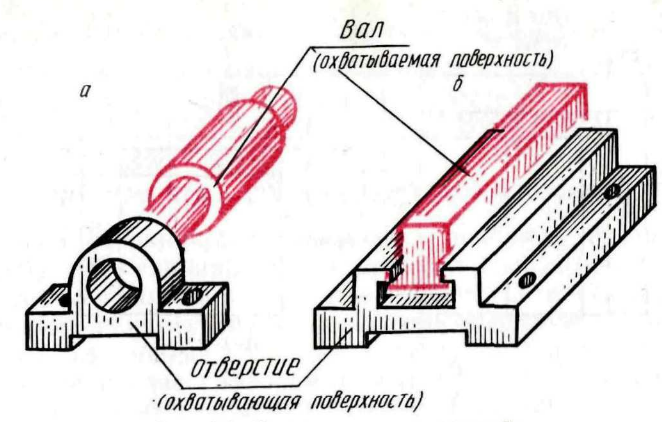


Рис. 1.1. Соединение двух деталей:
а — гладкое цилиндрическое; *б* — плоское параллельное

оборудования, приспособлений и инструмента, их износ, колебания температуры и режимов обработки, а также неточности, связанные с отсутствием должных навыков в пользовании измерительным инструментом. Поэтому, помимо номинальных (расчетных), различают также действительные и предельные размеры.

Действительным называется размер, полученный при измерении готовой детали с допустимой степенью погрешности. Допустимую степень погрешности изготовления деталей и требуемый характер их соединения устанавливают посредством предельных размеров.

Предельные размеры — это два граничных значения, между которыми должен находиться действительный размер. Большее из этих значений называется наибольшим предельным размером, а меньшее — наименьшим предельным размером. Предельные размеры принято выражать посредством отклонений от номинального.

Предельное отклонение — это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Верхнее отклонение равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров. Нижнее отклонение равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров. В соответствии со стандартом СТ СЭВ 145—75 верхнее отклонение отверстия обозначают *ES*, вала — *es*, а нижнее отклонение отверстия обозначают EI, вала — *ei*.

В таблицах стандартов значения отклонений указываются в микрометрах (мкм), а на чертежах — в миллиметрах (мм).

Точность размеров детали определяется допуском. Допуск — это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. С уменьшением допуска точность повышается, с увеличением — снижается. Однако значение допуска без учета величины и характера размера, назначения и условий работы детали не может служить мерой точности.

В качестве единицы точности, с помощью которой можно выразить

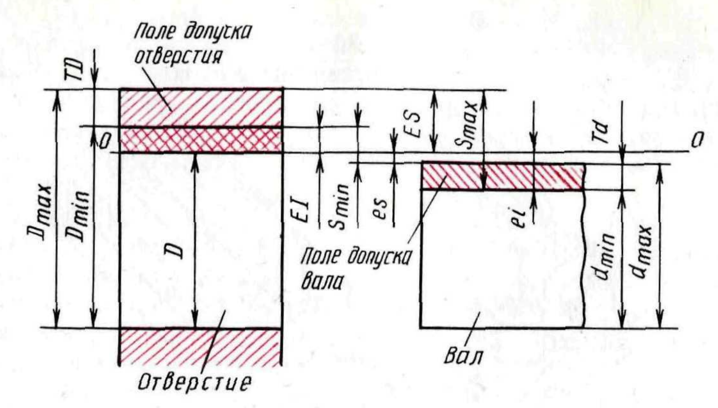


Рис. 1.2. Поля допусков отверстия и вала

зависимость точности от диаметра d, установлена единица допуска $i(I)$.

Стандартом СТ СЭВ 145—75 введено понятие *допуск системы*, представляющее собой стандартный допуск, который устанавливается системой допусков и посадок. Число единиц допуска, содержащихся в системе, определяется квалитетом точности.

Квалитетом называют совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

В системе ЕСДП СЭВ для нормирования различных уровней точности размеров от 1 до 500 мм установлено 19 квалитетов: 01; 0; 1; 2—17. В настоящее время допуски измерительных инструментов и устройств устанавливаются квалитетами $IT01$—$IT7$, допуски размеров в посадках — квалитетами $IT3$—$IT13$, допуски неответственных размеров и размеров в грубых соединениях — квалитетами $IT14$—$IT17$.

Для каждого квалитета на основе единицы допуска и числа единиц допуска закономерно построены ряды полей допусков. *Поле допуска* — это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. При графическом изображении (рис. 1.2) поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Все поля допусков для отверстий и валов обозначаются буквами латинского алфавита: для отверстий — прописными буквами *(A, B, C, D* и т. д.), для валов — строчными *(a, в, c, d* и т. д.). Ряд полей допусков обозначается двумя буквами, буквы *O, W, Q* и *L* не используются.

Все возможные размеры до 3150 мм разбиты на интервалы, образующие три группы размеров: до 1 мм; от 1 до 500 мм; свыше 500 до 3150 мм. Допуски и посадки ЕСДП СЭВ, предельные отклонения линейных размеров могут быть указаны одним из трех способов: условными обозначениями полей допусков по СТ СЭВ (например, $18H7$; $12e8$); числовыми значениями предельных отклонений (например $12^{-0,032}_{-0,059}$); условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (например $18H7^{+0,018}$; $12e8^{-0,032}_{-0,059}$).

1.4. ПОСАДКИ И ИХ ВИДЫ. СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

В процессе сборки радиоаппаратуры и приборов детали соединяются в сборочные единицы. Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей, надежность эксплуатации, простоту ремонта. Поэтому конструкции соединений могут быть различными. В одних случаях необходимо обеспечить подвижное соединение с зазором, в других — неподвижное соединение с натягом.

Зазором называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала. Чем больше зазор, тем больше свобода движений в соединении. Натяг — это разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но главным образом соотношением размеров сопрягаемых поверхностей — посадкой.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый степенью их подвижности. Посадки разделяют на три группы.

Посадки с гарантированным зазором (подвижные) обеспечивают зазор в соединении. Они обозначаются для отверстия буквами *A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H* и для вала — *a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h*.

Посадки с гарантированным натягом (неподвижные) применяют в тех случаях, когда необходимо исключить возможность относительного перемещения соединенных деталей. Их обозначают для отверстия буквами *P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC* и для вала — *p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc*.

Переходные посадки дают возможность получить в соединении как зазор, так и натяг. Их применяют для соединений, в которых сборка и разборка осуществляются легкими ударами деревянного или свинцового молотка. Обозначают переходные посадки для отверстия буквами *I, K, M, N* и для вала — *i, k, m, n*.

Посадки всех трех групп с различными зазорами и натягами можно получить, изменяя положение поля допуска только отверстия или вала.

Стандартом предусматривается использование двух систем допусков и посадок: системы отверстия и системы вала. В системе отверстия необходимые зазоры и натяги получают путем изменения основных отклонений валов, а в системе вала, наоборот, путем изменений основных отклонений отверстий.

Выбор системы отверстия или системы вала для образования соответствующей посадки определяется конструктивными, технологическими и экономическими требованиями. В связи с тем что точные отверстия изготовлять сложнее и обрабатывают их дорогостоящим

инструментом, система отверстия на предприятиях нашей страны принята как основная. Система вала применяется только в необходимых случаях.

1.5. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Обработанные поверхности деталей при сильном увеличении имеют хорошо заметные следы кромок режущего инструмента в виде близко расположенных друг к другу впадин и гребешков. Совокупность всех микронеровностей на поверхности детали называется шероховатостью.

Шероховатость поверхности ухудшает качественные показатели работы сопряженных деталей. Она влияет на трение, в подвижных посадках приводит к преждевременному изнашиванию поверхностей, в неподвижных посадках ослабляет прочность соединения, ухудшает герметичность и коррозиестойкость, снижает долговечность работы изделия. Сопряженные детали должны плотно прилегать друг к другу по всей поверхности. Однако при наличии шероховатости соприкосновение деталей происходит по вершинам выступов микронеровностей. В результате контактная поверхность оказывается меньше реальной.

В зависимости от назначения и условий работы деталей допускают различную шероховатость их поверхности. В качестве критериев шероховатости поверхности стандартом установлено шесть параметров: *Ra* — среднее арифметическое отклонение профиля, мкм; *Rz* — высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм; R_{max} — наибольшая высота неровностей профиля, мкм; *Sm* — средний шаг неровностей, мм; *S* — средний шаг неровностей по вершинам профиля, мм; *tp* — относительная опорная длина профиля, мм.

Рассмотрим из них два основных параметра: *Ra* и *Rz*. Среднее арифметическое отклонение профиля *Ra* определяется как среднее арифметическое значение расстояний отдельных точек профиля до средней линии гребешков в базовой длине. Высоту неровностей профиля по десяти точкам *Rz* определяют как среднее значение между пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин профиля.

ГОСТ 2789—73 устанавливает предельные значения величин *Ra* и *Rz*, которые обозначаются на чертежах численной величиной в микрометрах. Параметры шероховатости обозначают: параметр *Ra* — без символа (например, 0,5), а параметр *Rz* — после соответствующего символа (например, *Rz* 32).

1.6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Измерение — это определение значений физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств, например измерение диаметра обмоточного провода микрометром, напряжения — вольтметром, сопротивления — омметром.

Измерить какую-либо величину — значит сравнить ее с другой определенной величиной, принятой за единицу измерения. В процессе измерения устанавливается, сколько таких единиц имеется в контролируемом размере. Средства измерения, позволяющие получить численное значение размера, называются измерительными инструментами или приборами. Для повышения точности измерений необходимо:

выбрать более точный измерительный инструмент или прибор;

установить шкалу в нулевое положение по концевой мере более высокого разряда;

выравнять температуру измерительного средства и измеряемого изделия или производить измерения при нормальной температуре (+20 °С);

произвести измерения несколько раз и принять за действительный размер среднее значение.

Для определения размеров широко используются штриховые меры длины, штангенинструменты, микрометрические измерительные средства, инструменты для измерения углов и конусов и др.

Қ штриховым мерам длины относятся штриховые образцовые метры, рулетки, линейки. *Штриховой образцовый метр* служит для переноса размера с рабочих эталонов на измерительные инструменты. Он представляет собой линейку со скошенными краями. С одной стороны такой линейки нанесены штрихи на расстоянии 0,2 мм, с другой — на расстоянии 1 мм. Для увеличения точности отсчета на линейке имеются две лупы с семикратным увеличением.

Рулетка представляет собой стальную ленту с ценой деления 1 мм, наворачиваемую на ось цилиндрического футляра. Промышленностью выпускаются рулетки типа РС (рулетка самоотвертывающаяся) длиной 1 и 2 м, типа РЖ (рулетка желобчатая) длиной 1 и 2 м, типа РЗ (рулетка в закрытом корпусе) длиной 2; 5; 10; 30 и 50 м.

Масштабные линейки служат для грубых измерений и имеют одну или две шкалы с ценой деления 1 мм. Они выпускаются длиной 150; 300; 500 и 1000 мм.

Штангенинструменты используются для определения наружных и внутренних размеров. К ним относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмусы (рис. 1.3). В основу устройства штангенинструментов положены линейка с ценой деления 1 мм (штанга) и вспомогательная шкала — нониус, которая перемещается по штанге и позволяет отсчитывать доли деления основной шкалы. Нониусное устройство основано на разности интервалов делений основной шкалы и шкалы-нониуса.

Штангенциркули (рис. 1.3, *а* и *б*) применяются для определения наружных и внутренних размеров. Они изготовляются трех типов: ШЦ-I с ценой деления 0,1 мм; ШЦ-II с ценой деления 0,05 мм; ШЦ-III с ценой деления 0,05 и 0,1 мм. Цена деления обычно маркируется на нониусе. Для получения цены деления 0,1 мм на шкалу нониуса длиной 9 мм помещают десять делений. В этом случае расстояние между двумя соседними штрихами составляет 0,9 мм. Так как интервал деления основной шкалы равен 1 мм, а интервал делений нониуса

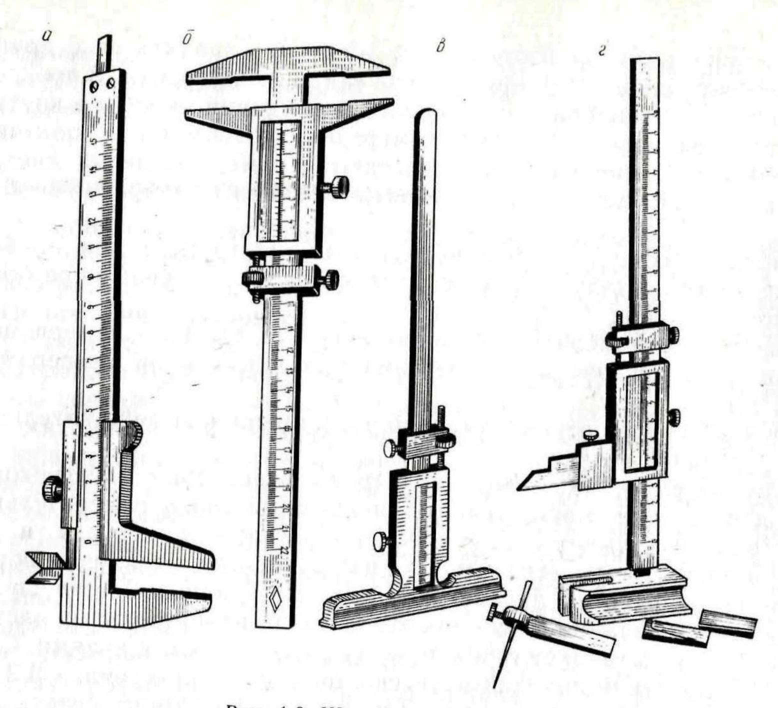


Рис. 1.3. Штангенинструменты:
а — штангенциркуль ШЦ-I; *б* — штангенциркуль ШЦ-II; *в* — штангенглубиномер; *г* — штангенрейсмус

0,9 мм, то величина отсчета по нониусу равна 1,0—0,9—0,1 мм. У большинства штангенинструментов с ценой деления 0,1 мм имеется более удобный для снятия отсчета так называемый «растянутый нониус», длина шкалы которого равна 19 мм. Интервал деления в данном случае составляет 19 : 10 = 1,9 мм, что дает также отставание в 0,1 мм от каждого второго деления штанги. Для получения цены деления 0,05 мм шкалу нониуса длиной 19 мм разделяют на 20 частей. В данном случае интервал деления 19 : 20 = 0,95 мм. В результате штрих нониуса отстает на 1—0,95 = 0,05 мм. Чтобы определить число сотых, необходимо номер штриха нониуса умножить на 0,05 мм. Для упрощения подсчета сотых долей миллиметра на каждом пятом штрихе нониуса проставляется соответствующая цифра, указывающая число сотых долей миллиметра.

Штангенциркуль ШЦ-I с пределами измерения 0—125 мм имеет две пары губок и глубиномер. Верхние губки используются для внутренних измерений, а нижние — для наружных. На концевых частях нижние губки выполняются с утончением, что позволяет производить замеры в узких местах. Глубиномер представляет собой линейку, закрепленную в подвижной рамке. При измерении глубиномер выдвигается настолько, насколько смещается рамка.

Штангенциркуль ШЦ-II с пределами измерения до 320 мм тоже имеет две пары губок. Нижние используются для измерения наружных и внутренних поверхностей, а верхние — для измерения наружных поверхностей и производства разметочных работ. При определении внутренних размеров необходимо к размеру, определяемому по штангенциркулю, прибавить толщину обеих губок, указанную на их поверхности. Эти недостатки устранены в новой конструкции штангенциркуля ШЦ-II, где имеются две шкалы и два независимых нониуса (один — для отсчета при измерении наружных размеров, второй — при измерении внутренних размеров). Для точной установки подвижной рамки с губками в штангенциркуле ШЦ-II предусмотрено микрометрическое устройство, позволяющее быстро установить заданный размер, а также получить примерно одинаковое усилие измерения.

Штангенциркуль ШЦ-III имеет односторонние губки и служит для определения бо́льших линейных размеров, чем ШЦ-II.

Штангенглубиномер (рис. 1.3, *в*) по своему устройству мало чем отличается от штангенциркуля. У него отсутствует неподвижная губка, а подвижная на рамке выполнена в виде плоскости.

Штангенрейсмус (рис. 1.3, *г*) предназначается для измерения высоты и выполнения разметочных работ. В нем вместо неподвижной губки имеется массивное основание с точно обработанной нижней плоскостью. На выступающей части рамки крепятся сменные острозаточенные измерительные ножки. Верхняя часть ножки имеет острое ребро и служит для внутренних измерений, нижняя — плоская и служит для наружных измерений.

К микрометрическим измерительным средствам относятся микрометр, микрометрические глубиномер и нутромер. Все они имеют микрометрическую пару, состоящую из винта и гайки. Различие их состоит в том, что у микрометра эта пара устанавливается в скобу с запрессованной неподвижной пяткой, у глубиномера — в траверсу; у микрометрического нутромера микрометрическая пара имеет две измерительные поверхности. Точность отсчета всех микрометрических инструментов составляет 0,01 мм.

Рассмотрим устройство микрометров и приемы измерения ими. Микрометр (рис. 1.4) используется для определения наружных размеров. В его конструкцию входят скоба *1*, в которую с одной стороны запрессована неподвижная пятка *2*, а с другой — стебель *6*, вдоль оси которого нанесена шкала с делениями через 0,5 мм. Внутри стебель имеет резьбу, куда ввинчивается микрометрический винт *4*, имеющий шаг резьбы 0,5 мм. Величина перемещения винта составляет 25 мм. На винт насажен барабан *7*, на конической части которого нанесено 50 равномерных делений. Корпус трещотки *8*, привернутый к барабану, с трещоткой *9* обеспечивает постоянное усилие измерения. Стопор *5* служит для закрепления винта в нужном положении. Установочной мерой *3* проверяют правильность настройки микрометра.

Выпускаются микрометры с пределами измерения от 0—25 до 575—600 мм с интервалом 25 мм. Отсчет размера производится

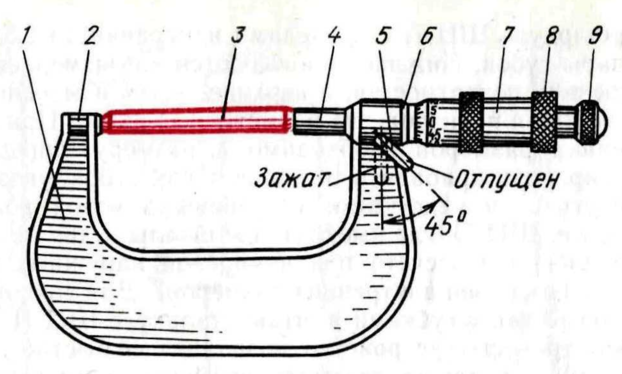


Рис. 1.4. Микрометр

следующим образом. По основной шкале, расположенной на стебле, отсчитывают число миллиметров, которое укладывается до края барабана. Затем определяют, какое деление шкалы барабана располагается против продольной черты стебля. Это значение показывает величину в сотых долях миллиметра. В том случае, когда ни один из штрихов барабана не совпадает с продольной линией, принимают деление, которое расположено ближе к ней. Общие показания основной шкалы и шкалы барабана дают величину определяемого размера.

Инструменты для измерения углов и конусов можно разделить на одномерные и многомерные. К *одномерным* относятся угловые шаблоны, угольники и конические калибры. Эти инструменты позволяют по просвету судить о соответствии размера проверяемой детали техническим требованиям, но не дают возможности сравнить измеряемый угол с мерой угла.

Многомерные инструменты позволяют измерить величину угла. Они имеют шкалу и нониус. Широкое применение получили угломеры типа УТ для измерения углов от 0 до 180°, типа УН, позволяющие измерять наружные углы от 0 до 180° и внутренние от 40 до 180°.

Для определения величины угла деталь помещают между измерительными поверхностями инструмента. При помощи микрометрического винта устанавливают измерительные поверхности таким образом, чтобы исчез просвет между ними, и затем производят отсчет показаний по основной шкале и нониусу. Принцип отсчета такой же, как и у штангенциркуля: число градусов считается до нулевого деления нониуса (при работе без угольника добавлять 90°), число минут — по тому делению нониуса, которое совпадает с любым штрихом основной шкалы (каждое деление нониуса соответствует 2′).

При пользовании измерительными средствами рекомендуется перед измерением протереть чистой мягкой тканью измерительные поверхности и проверить установку на ноль. В процессе измерения не следует измерительными поверхностями проводить по поверхностям деталей. После измерения инструмент нужно протереть, смазать антикоррозийным составом и уложить в футляр.

Контрольные вопросы и задания

1. Как влияют взаимозаменяемость и унификация на процесс ремонта бытовой радиоэлектронной аппаратуры?
2. Что называется номинальным, предельным и действительным размером детали?
3. Что такое допуск размера?
4. Как влияет шероховатость поверхности соединяемых деталей на надежность работы изделия?
5. Какие причины влияют на точность измерения детали?
6. Каков порядок снятия отсчета при измерении микрометром?
7. Выполните измерительные операции на 3—4 деталях (линейкой, штангенциркулем, микрометром), запишите в рабочей тетради полученные результаты измерения и сравните их точность.

ГЛАВА 2
ТЕХНОЛОГИЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

2.1. ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СБОРКИ

При производстве бытовой радиоэлектронной аппаратуры, ее обслуживании и ремонте приходится выполнять различные сборочные работы. В ходе изготовления, диагностики неисправностей и ремонта БРЭА выполняются разъемные и неразъемные соединения деталей и радиоэлементов в сборочные единицы (узлы), изделия и комплексы.

Деталью называется часть изделия, выполненная из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например, пластина магнитопровода трансформатора, контактный лепесток, пластина конденсатора переменной емкости и др.).

Радиоэлемент — это составная часть изделия, которая выполняет в нем определенную функцию и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, резистор, конденсатор и др.).

Совокупность радиоэлементов, представляющих собой единую конструкцию (плата, шкаф и др.), называют устройством.

Совокупность радиоэлементов и компонентов, выполняющих в изделии определенную функцию, но не объединенных в единую конструкцию (усилитель радиочастоты, усилитель звуковой частоты и др.), называют функциональной группой.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (например, микромодуль, радиоприемник, магнитофон и др.).

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии (например, конденсатор, транзистор, телевизор, электрофон и др.).

Комплексом называют два и более специфицированных изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, радиоцентр связи, телевизионный передающий центр и др.).

Комплект — это два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, которые имеют общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (например, комплект запасных частей, комплект измерительной аппаратуры и др.).

Заключительным этапом в получении готовых изделий в производственном процессе являются сборочные работы. При ремонте радиоаппаратуры их выполняют в случае выхода из строя радиоэлементов, компонентов или деталей. Место и организация выполнения сборочных работ определяются объемом производства и технологическим процессом.

Совокупность операций, в результате которых детали и радиоэлементы соединяются в сборочные единицы, изделия и комплексы, называется технологическим процессом сборки. В свою очередь технологический процесс включает операции, переходы, установы, позиции, приемы.

Операцией называется законченная часть технологического процесса сборки, выполняемая непрерывно одним рабочим или бригадой на одном рабочем месте (например, намотка катушки индуктивности, установка контактных лепестков на планке и др.).

Переход — это часть операции, выполняемая над деталью или сборочной единицей одним инструментом или на одном оборудовании. Если в процессе работы потребуется изменить место, инструмент или режим обработки, то появится необходимость в следующем переходе.

Установ — это часть операции, выполняемая при одном закреплении обрабатываемой детали.

Позиция — это определенное положение детали или сборочной единицы относительно инструмента, приспособления или оборудования при одном их закреплении.

Прием — это часть операции, непосредственно связанная с подготовкой радиоаппарата или прибора к выполнению отдельных переходов.

2.2. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СБОРКЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

При сборке радиоаппаратуры выполняют различные соединения деталей, радиоэлементов и компонентов.

При подвижном соединении сопряженные детали могут взаимно перемещаться, а при неподвижном — собранные детали сохраняют неизменное взаимное положение. Подвижные и неподвижные соединения могут быть разъемными и неразъемными.

Разъемные соединения позволяют производить многократную сборку и разборку сборочной единицы без повреждения соединяемых и соединяющих деталей. К ним относятся резьбовые, шпоночные, штифтовые, а также соединения, осуществляемые переходными посадками. Разъемные подвижные соединения достигаются с помощью подвижных посадок. Такие соединения очень удобны при ремонте деталей и устройств радиоаппаратуры.

Неразъемными называют соединения, которые могут быть разобраны лишь путем разрушения соединяемых деталей или соединительных элементов. Их выполняют склепыванием, развальцовкой пустотелых заклепок, запрессовкой, чеканкой, пайкой, сваркой и склеиванием, а также соединением деталей замазками, опрессовкой

термореактивными и термопластичными материалами, заливкой и другими способами. При сборке радиоаппаратуры применяют главным образом склепывание, развальцовку, пайку, сварку и склеивание.

2.3. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В радиоаппаратостроении разъемные соединения деталей осуществляют с помощью резьбовых соединений, обеспечивающих относительную неподвижность или заданное перемещение одной детали относительно другой. Резьбовые соединения выполняются непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, имеющих резьбу (например, контакты, шарниры и др.), или свинчиванием их с помощью болтов, винтов, шпилек, гаек и шурупов.

Болтовые соединения выполняются с помощью болта и гайки. При винтовом в отличие от болтового, используется резьбовое отверстие детали. Шпильки применяют в условиях частой разборки соединяемых деталей или при невозможности других видов крепления. Сначала их ввинчивают в деталь с помощью шпильковерта или двух законтренных на одном ее конце гаек, а затем соединение закрепляют гайкой.

При выполнении резьбовых соединений важное значение имеет правильный выбор инструмента. Завинчивание гаек в болтовом соединении следует производить плоскими или торцовыми гаечными ключами соответствующего размера. Использовать для этих целей плоскогубцы не следует, так как ими не обеспечивается необходимая затяжка и к тому же портятся головки болтов и гаек. Ширина и толщина лезвия отвертки должны соответствовать шлицу винта, в противном случае трудно обеспечить необходимую прочность соединения или можно повредить шлиц винта. Для затяжки винтов, болтов и гаек широко применяют торированные ключи и отвертки с регулируемой силой затяжки.

При эксплуатации радиоаппаратуры под воздействием тряски и вибрации резьбовые соединения могут нарушаться, а отдельные винты или гайки даже отвинчиваться. Для предотвращения самоотвинчивания создают большие трения между элементами соединения и резьбовыми изделиями либо осуществляют стопорение специальными дополнительными деталями. Самоотвинчивание винтов малых размеров (диаметром 3—6 мм) иногда предотвращают с помощью красок, лаков или нитроэмалей, которыми покрывают резьбовые соединения после завинчивания.

На практике встречаются различные способы и средства стопорения соединений. Наиболее простым является стопорение контргайкой, которую навинчивают на основную гайку и затягивают до полного соприкосновения с ней. Отвинчивание резьбовых соединений можно предотвратить шплинтами, которые вставляются после завинчивания в отверстие болта и углубление гайки. Стопорение проволокой применяют для парных болтов или целых групп. Пропуская проволоку через специальные отверстия в головках винтов, следят за тем, чтобы натяжение проволоки способствовало их завертыванию.

Широкое применение для стопорения резьбовых соединений при сборке радиоаппаратуры получили разрезные пружинные шайбы и специальные шайбы типа «звездочка», которые благодаря своей упругости создают условия, препятствующие самоотвинчиванию.

При сборке резьбовых соединений сначала завинчивают все винты и гайки до полного соприкосновения с поверхностями детали. Во избежание перекоса и коробления устанавливаемого изделия завинчивание винтов выполняют поочередно с противоположных сторон, а при круглых деталях крепление осуществляют от центра к периферии.

2.4. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Неразъемные соединения в аппаратостроении выполняют склепыванием, развальцовкой пустотелых заклепок, пайкой, сваркой и склеиванием. В настоящем параграфе будет рассмотрено механическое соединение деталей склепыванием, развальцовкой и запрессовкой.

Склепывание деталей выполняется при помощи заклепок, представляющих собой стержни круглого сечения. На конце каждого из них имеется по одной головке, называемой *закладной.* Вторая головка, которая образуется в процессе клепки, называется *замыкающей.* Стандартом предусмотрено несколько типов заклепок: с полукруглой головкой, потайной, полупотайной, плоской и др.

Диаметр заклепок выбирают в зависимости от толщины соединяемых деталей по формуле $d=\sqrt{2S}$, где d — диаметр заклепки, мм; S — толщина склепываемых деталей, мм.

Длина стержня заклепки зависит от толщины склепываемых деталей и формы замыкающей головки. Для образования полукруглой головки длина стержня составляет $l=(1{,}2—1{,}5)d$, а для потайной или полупотайной головки $l=(0{,}8—1{,}2)d$. Полная длина стержня при клепке с образованием полукруглой замыкающей головки рассчитывается по формуле $l=S+(1{,}2—1{,}5)d$, а при потайной или полупотайной — по формуле $l=S+(0{,}8—1{,}2)d$.

Диаметр отверстия под заклепку должен быть больше диаметра стержня заклепки, причем в соединении из гетинакса, текстолита и других изоляционных материалов несколько больше, чем в металлических деталях.

Соединение деталей стандартными заклепками выполняют ударами по замыкающей головке, при этом закладная головка устанавливается на оправке. Для образования полукруглой замыкающей головки пользуются обжимкой.

Неразъемные соединения из гетинакса, текстолита или оргстекла целесообразно выполнять развальцовкой (рис. 2.1). В этом случае уменьшается сила удара и исключается возможность разрушения самих соединяемых деталей. При развальцовке применяют пустотелые заклепки или заклепки-пистоны. Заклепки можно развальцевать стальными кернами или на сверлильных станках, а также на специальном прессовом оборудовании. Разборка клепаных соединений производится высверливанием или вырубкой заклепки.

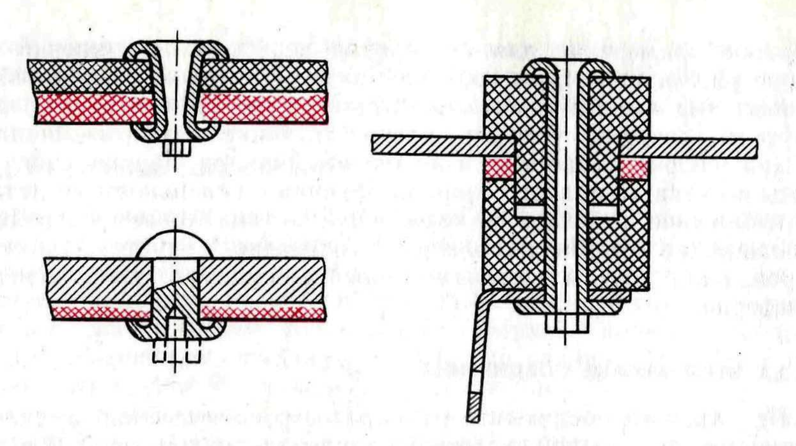


Рис. 2.1. Соединения развальцовкой

З а п р е с с о в к о й выполняют соединения с гарантированным натягом вручную молотком или механизированными приспособлениями. Перед запрессовкой соединяемые части деталей смазывают маслом, чтобы уменьшить трение. Если запрессовка производится вручную, сначала наносят легкие удары молотком по головке оправки из мягкого металла, пока деталь не войдет в отверстие. Механизированная запрессовка производится специальными приспособлениями или на прессах — ручных, гидравлических, пневматических.

Соединение деталей запрессовкой выполняют с нагревом охватывающей детали или охлаждением охватываемой. Этот способ основан на явлении расширения деталей при нагреве и уменьшения их объема при охлаждении. В таких соединениях создаются натяги в два раза большие, чем в обычных прессовых.

2.5. ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

Кроме указанных ранее способов, неразъемные соединения деталей выполняются склеиванием с помощью специальных клеев и лаков. Этот процесс основан на важнейшем свойстве любого клея — адгезии, т. е. способности сцепляться с поверхностью склеиваемого материала. Адгезия может быть различной в зависимости от вида клея и характера поверхностей, на которые он наносится. Для склеивания пластмасс, картона, тканей, резины, дерева, металлов при ремонте радиоаппаратуры применяют бакелитовый и полистирольный лаки, различные марки клея БФ, клей «88», акрилатовый, казеиновый и др.

Б а к е л и т о в ы й л а к используют при склеивании гетинакса, текстолита, дерева и пластмасс в любом сочетании. Очищенные от загрязнений и пыли склеиваемые поверхности покрывают бакелитовым лаком, прижимают друг к другу и сушат при температуре 55 °С в течение 6—10 ч.

П о л и с т и р о л ь н ы й л а к применяют для склеивания изделий из полистирола, а также для пропитки и покрытия радиочастотных катушек индуктивности. Он обладает хорошими склеивающими и высокими электроизоляционными свойствами, растворяется в смеси бензола и ксилола. В процессе работы на очищенные от загрязнений и пыли поверхности наносят ровным слоем клей, прижимают поверхности друг к другу и выдерживают на воздухе при температуре 25—35 °С в течение 6—10 ч.

К л е и БФ-2, БФ-4 применяют для склеивания металлов, термореактивных пластмасс, керамики, бумаги и картона, БФ-5 — для склеивания резины и тканей, а БФ-6 — для проклейки обмоток, жгутов и ниточных бандажей на проводах с волокнистой изоляцией. Поверхности, склеиваемые клеями БФ, тщательно очищают от загрязнений, обезжиривают растворителем в течение 15—20 мин при температуре 55—60 °С и наносят первый слой клея. После охлаждения деталей наносят второй слой клея и подсушивают в течение 2—3 мин. Затем поверхности соединяют, создавая давление зажимами. В таком состоянии детали выдерживают в течение 1 ч при температуре около 140 °С (при клее БФ-2). Сушку можно производить и при более низкой температуре — даже при комнатной. Но при этом значительно увеличивается ее время и снижается прочность соединения. Клей БФ-4 полимеризуется в течение 2—4 ч при температуре 60—90 °С. При склеивании тканей клеем БФ-6 после соединения их проглаживают горячим утюгом.

Клеевые швы, образуемые клеями БФ, стойки к воде, минеральным маслам, бензину и многим спиртам. Они не вызывают коррозии металлов и могут обеспечивать надежность работы изделий в интервале температур от минус 60 до плюс 80 °С.

К л е й «88» применяют для склеивания резины и тканей с металлом или стеклом. Вначале поверхности зачищают мелкой шлифовальной бумагой и протирают бензином. Затем на металл или стекло наносят слой клея, детали соединяют и просушивают в течение 5—10 ч.

Широкое применение получили к л е и н а о с н о в е э п о к с и д н ы х с м о л, которые отличаются хорошей адгезией к металлам, пластмассам, стеклам, керамике и другим материалам, а также малой объемной усадкой при отвердевании, что повышает прочность клеевого шва. Чаще применяют эпоксидные клеи на смолах ЭД-15, ЭД-16 и ЭД-20, представляющие собой жидкие сиропообразные массы, в которые вводят 15—20 % по объему жидкого отвердителя — полиэтиленполиамина. Приготовленный клей пригоден к применению в течение 2—6 ч, после чего он загустевает и постепенно твердеет. Поэтому отвердитель необходимо вводить в смолу перед применением клея. На предварительно очищенные и подготовленные поверхности деталей наносят один слой клея, который подсушивают на воздухе в течение 15—30 мин. Затем поверхности соединяют друг с другом и сдавливают. Отвердевание клеевого шва происходит при температуре 20 °С в течение 18 ч.

При склеивании токопроводящих металлических деталей в БРЭА в клеи вводят металлические порошки серебра или меди, что позволяет получить клеевые швы с хорошей проводимостью.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называется радиоэлементом?
2. Дайте сравнительную характеристику разъемных и неразъемных соединений по технологическим и экономическим признакам.
3. Назовите и раскройте сущность способа выполнения неразъемных соединений.
4. Перечислите виды крепежных изделий, используемых при выполнении разъемных соединений.
5. Назовите и охарактеризуйте элементы технологического процесса сборки и ремонта БРЭА.

ГЛАВА 3

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

3.1. ПРОВОДА И КАБЕЛИ

При изготовлении и ремонте радиоэлектронной аппаратуры широко применяются обмоточные и монтажные провода, а также радиочастотные кабели.

Обмоточные провода предназначены для изготовления катушек индуктивности, обмоток трансформаторов, дросселей, электродвигателей и реле. Эти провода выполняются из меди или реже из алюминия с эмалевой или волокнистой изоляцией. В качестве волокнистой изоляции используют хлопчатобумажную пряжу, натуральный шелк, капрон, лавсан и стекловолокно. Часто применяется и комбинированная изоляция, состоящая из эмалевого покрытия с наложением поверх эмали волокнистых материалов.

Провода с однослойной эмалевой изоляцией обозначают цифрой 1 (ПЭВ-1), с утолщенной двухслойной — цифрой 2 (ПЭВ-2). Наряду с проводами марки ПЭВ, покрытыми лакостойкой эмалевой изоляцией, широкое распространение получили провода марки ПЭЛ (провода с эмалевым лакостойким покрытием).

Для проводов ПЭЛ обозначения несколько отличаются от указанных для проводов ПЭВ. Провод с утолщенной изоляцией обозначается ПЭЛУ; цифра 1 (ПЭЛ-1) показывает, что изоляция провода отвечает требованиям ГОСТа; провод с пониженной электрической прочностью эмалевой изоляции обозначается ПЭЛ-2. В последнее время в БРЭА широко применяются обмоточные провода с изоляцией на основе полиуретана марок ПЭВТЛ-1 и ПЭВТЛ-2. Они отличаются повышенной нагревостойкостью изоляции, которая обладает также свойством флюсов, что позволяет при ее расплавлении в процессе пайки производить лужение без предварительной зачистки.

Названные марки проводов применяются на низких частотах.

На высоких частотах удельное сопротивление провода возрастает. Так как внутренние слои проводника имеют большее индуктивное сопротивление, чем наружные, то плотность тока возрастает от оси к поверхности проводника. Неравномерное распределение плотности тока приводит к увеличению сопротивления проводника.

Для обмоток радиочастотных катушек индуктивности промышленностью выпускаются высокочастотные обмоточные провода — *литцендраты* (ЛЭШО, ЛЭШД, ЛЭПКО и др.). Литцендрат состоит из пучка медных проволок диаметром 0,05 мм; 0,06; 0,07; 0,1 или 0,2 мм с эмалевой изоляцией. Проволоки покрыты одним или двумя слоями волокнистой изоляции.

Монтажные провода применяют для электрического соединения радиоэлементов в аппаратах, их входных и выходных цепей в соответствии с электрической принципиальной схемой или схемой соединений. Выпускают монтажные провода изолированными и неизолированными с токопроводящей жилой из одной проволочки или отдельных проволочек, изготовленных из электротехнической меди марки ММ. Для снижения потерь электрической энергии и улучшения электрического контакта проволоку подвергают лужению. Наибольшей прочностью обладают многопроволочные провода, а наименьшей — провода с одной проволокой в жиле.

Однопроволочные монтажные провода являются жесткими. Токопроводящая жила у них может быть с номинальным диаметром от 0,03 до 10 мм. Такие провода применяют при выполнении жесткого монтажа: шин заземления, монтажных перемычек между радиоэлементами, жестко закрепленными на контактах или монтажных опорах.

Многопроволочные монтажные провода являются гибкими. Чем больше проволочек в жиле и чем меньше их диаметр, тем более гибок и эластичен монтажный провод. Гибкие монтажные провода могут быть во время работы неподвижными или перемещающимися, например, если они соединяют различные блоки радиоаппарата.

Монтажные провода выпускаются с изоляцией из полихлорвинила, резины, хлопчатобумажных, шелковых и капроновых нитей, а также из стекловолокна, фторопласта и других пленочных диэлектриков. Выбор провода с соответствующей изоляцией производят в зависимости от рабочего напряжения, а также условий эксплуатации: колебаний температуры и влажности окружающей среды, наличия ударов, тряски, перемещения, присутствия паров агрессивной среды. Различные виды изоляции по-разному противостоят этим факторам.

Провода с изоляцией из полихлорвинила имеют хорошую гибкость, влагостойкость, негорючесть, их можно окрашивать в любой цвет. Провода с волокнистой изоляцией обладают особой гибкостью, однако они имеют повышенную гигроскопичность, что приводит к появлению утечки тока и нарушению параметров радиоаппарата. Для работы в цепях низкого и высокого напряжений радиочастоты используют провода с полиэтиленовой изоляцией, обладающей более высокими электрическими параметрами по сравнению с полихлорвинилом. Большой нагревостойкостью обладают провода с изоляцией из кремнийорганической резины или фторопласта-4 и его модификаций.

Какой-либо один вид изоляции обычно не может удовлетворить всем требованиям эксплуатации радиоаппарата. Поэтому большинство монтажных проводов имеет комбинированную изоляцию. Благодаря этому монтажные провода способны длительно и надежно обеспечивать работу радиоаппарата при воздействии на него самых различных климатических и механических факторов.

Для защиты от влияния электрических и магнитных полей монтажные провода заключают в экранирующую оплетку. Ее изготовляют из медных проволочек, луженых припоем ПОС-40. Наиболее часто используют плетенку медную луженую (ПМЛ) размером от 2×4 до 40×55 мм. Две цифры в обозначении марок (например, ПМЛ 2×4) указывают на следующие параметры: первая — минимальный диаметр (в миллиметрах) провода, экранирование которого возможно с помощью данной плетенки, а вторая — максимальный диаметр.

Наибольшее применение в БРЭА получили монтажные провода марок: МГВ (монтажный гибкий с полихлорвиниловой изоляцией), МГВЭ (такой же, но экранированный), МГШВ (монтажный гибкий с шелковой и полихлорвиниловой изоляцией), МГШВЭ (такой же, но экранированный), ПМВ (провод монтажный однопроволочный с полихлорвиниловой изоляцией), МГТФ (монтажный гибкий теплостойкий с фторопластовой изоляцией).

Радиочастотные кабели используются для подключения антенн телевизоров и ультракоротковолновых ЧМ-приемников, согласующих элементов антенн, а также в качестве соединительных проводов между отдельными устройствами и их элементами.

По конструктивному исполнению кабели разделяются на коаксиальные — РК (радиокабель коаксиальный) и двужильные — РД (радиокабель двойной). К двухпроводным кабелям относится и симметричный ленточный марки КАТВ (кабель антенный телевизионный с полихлорвиниловой изоляцией).

Устройство коаксиального кабеля со сплошной изоляцией показано на рис. 3.1. Кабель состоит из внутреннего провода *1*, используемого в качестве прямого провода, изоляционного материала *2*, окружающего внутренний провод, внешнего проводника *3* в виде оплетки из меди, выполняющего функцию обратного провода, и защитной оболочки *4* (полихлорвиниловая изоляция), предохраняющей кабель от механических повреждений и влаги.

Каждой конструкции кабеля присваивают условное обозначение, состоящее из двух букв и трех чисел. Две буквы обозначают марку кабеля. Первое число указывает значение номинального волнового сопротивления в омах, второе — диаметр кабеля (округленно в миллиметрах) по изоляции, а третье — род изоляции и порядковый номер конструкции. Отдельным типам твердой изоляции присваиваются цифровые обозначения, входящие в состав маркировки кабеля: 1 — полиэтилен, 2 — фторопласт, 3 — полистирол, 4 — полипропилен, 5 — резина, 6 — неорганическая изоляция. Например, РК-75-9-12 расшифровывается так: радиочастотный коаксиальный кабель с номинальным волновым сопротивлением 75 Ом, диаметр изоляции — 9 мм, изоляция из полиэтилена, вторая конструктивная разработка.

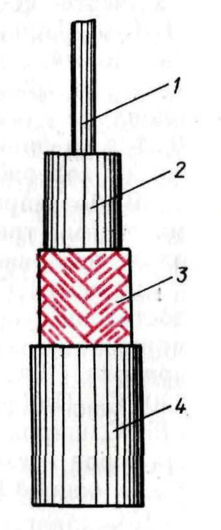


Рис. 3.1. Устройство коаксиального кабеля

Наиболее часто в БРЭА используют коаксиальные кабели марок РК-75-4-11, РК-75-4-15, РК-75-9-12, РК-75-9-13, КПТА (кабель приемный телевизионный абонентский), КПТО (кабель приемный телевизионный ответвительный), КПТМ (кабель приемный телевизионный магистральный) и др.

При выборе марки кабеля необходимо учитывать волновое сопротивление. Значение волнового сопротивления в кабеле РК зависит от отношения диаметров жилы и внешней металлической оплетки, а в кабелях РД и КАТВ — от диаметров токоведущих жил и расстояния между ними. Волновое сопротивление кабеля можно уточнить в соответствующей справочной литературе.

3.2. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

Припоями называют цветные металлы и сплавы, которые предназначены для создания неразъемных соединений металлических частей путем пайки. В расплавленном состоянии припои смачивают поверхность металлов, проникают в зазоры между соединяемыми деталями и после затвердения дают прочное соединение.

В зависимости от температуры плавления припои разделяются на две основные группы: легкоплавкие (мягкие) с температурой плавления ниже 450 °С и тугоплавкие (твердые) с температурой плавления выше 450 °С.

Легкоплавкие (оловянно-свинцовые, оловянно-кадмиевые и др.) *припои* состоят из олова, свинца, сурьмы, кадмия, висмута и других металлов. Для пайки монтажных соединений в радиоэлектронной аппаратуре широко применяют припои марок ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61, ПОСК-50-18. В марках припоев буквы обозначают сокращенное название припоя, а цифры после букв указывают на процентное содержание в нем олова, кадмия или висмута. Остальное количество составляют свинец, сурьма и другие металлы. Например, ПОС-61 расшифровывается следующим образом: припой оловянно-свинцовый, содержащий 61 % олова, остальное — свинец; ПОСК-50-18 — это припой оловянно-свинцово-кадмиевый, содержащий 50 % олова, 18 — кадмия, 31,69 — свинца, 0,20 — сурьмы, 0,08 — меди и 0,03 % мышьяка; ПОСВ-33 — припой оловянно-свинцовый висмутовый содержит 33,4 % олова, 33,3 — свинца и 33,3 % висмута.

Выбор марки припоя обусловливается технологическими и экономическими требованиями. С увеличением процентного содержания олова повышается как жидкотекучесть припоя, так и его стоимость.

Припои ПОС-40 и ПОС-61 в расплавленном состоянии обладают достаточно хорошей текучестью и сравнительно дешевы. Для пайки монтажных и обмоточных проводов и радиоэлементов используют припой ПОС-61, температура плавления которого составляет 190 °С. Припой ПОСК-50-18, имеющий температуру плавления 145 °С, широко применяется для пайки выводов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Для этих целей используется также припой ПОСВ-33, температура плавления которого составляет 130 °С.

Для более удобного пользования мягкие припои выпускают в виде трубки диаметром 2—3 мм, наполненной канифолью; проволоки диаметром 3—4 мм; круглых прутков и лент.

Тугоплавкие припои (на основе меди и серебра) имеют высокую температуру плавления (700—850 °С) и служат для пайки конструкций, несущих повышенную механическую нагрузку. Соединения, паянные твердыми припоями, отличаются высокой механической прочностью.

Из тугоплавких припоев находят применение припои марок ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПСр-50, ПСр-72 и др. Припои медно-цинковые обозначают буквами ПМЦ, а цифры после букв указывают на содержание в припое меди (в процентах). Например, ПМЦ-48 расшифровывается так: припой медно-цинковый, содержащий 48 % меди. Припой на основе серебра обозначается ПСр и цифрами, указывающими процентное содержание серебра. Так, ПСр-50 означает, что припой содержит 50 % серебра.

Флюсы — это вещества, исключающие вредное влияние оксидов соединяемых металлов на пайку и способствующие получению качественного соединения. При сравнительно невысокой температуре они образуют жидкую или газообразную защитную среду, растворяют и удаляют оксиды с соединяемых поверхностей, предохраняют их от окисления в процессе пайки, улучшают смачиваемость припоев.

Флюсы классифицируют по следующим признакам:

по температурному интервалу активности — на низкотемпературные и высокотемпературные;

по природе растворителя — на водные и не водные;

по природе активатора — на химически пассивные (бескислотные) и химически активные (кислотные);

по агрегатному состоянию — на твердые, жидкие и пастообразные.

Бескислотные флюсы из сосновой канифоли марок ФКСп, ФКФ, ФДГл, ЛТИ-120 и другие находят широкое применение при монтаже радиоэлектронной аппаратуры.

Канифоль сосновая при монтажных работах применяется в виде кусков, порошка и спиртового раствора (30 %-й раствор порошкообразной канифоли в спирте). При температуре 150 °С канифоль растворяет окисиды свинца, олова и меди, очищая их поверхности. Применение канифоли в процессе пайки не вызывает разрушения и коррозии контактных соединений. Флюс ФКСп используют для пайки и лужения монтажных элементов из меди, а также выводов и проводов, имеющих серебряное, цинковое, оловянно-свинцовое и оловянно-висмутовое покрытия.

Флюсом ФКФ наполняют каналы трубчатых оловянно-свинцовых припоев, а флюс ФДГл используют при групповой пайке луженых элементов методом погружения их в расплавленный при температуре 200—250 °С флюс.

Флюс (паста) ЛТИ обладает высокой активностью, позволяет производить пайку без предварительной зачистки соединяемых поверхностей и дает хорошие результаты при пайке низкооловянистыми

припоями. В состав этого флюса входят канифоль (20—25 %), спирт этиловый (63—74 %), диэтиламин солянокислый (3—5 %) и триэтаноламин (1—2 %). При пайке печатных плат применяют флюс ЛТИ-115, который не снижает изоляционных свойств гетинакса.

Кислотные флюсы (содержат кислоты и соли) при монтаже радиоэлектронной аппаратуры не применяют, поскольку они оказывают большое коррозийное действие в местах пайки на выводы радиоэлементов, проводов и лепестков. Пары кислот вызывают окисление металлов и как следствие — разрушение контактов.

При пайке тугоплавкими припоями в качестве флюсов используют хлорид цинка, буру, борную кислоту, фторид калия и другие активные флюсы на основе буры и борной кислоты.

3.3. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Для выполнения различных операций электрического монтажа и сборочных работ необходим монтажный инструмент, соответствующий особенностям предстоящих работ.

Широко используются электрические паяльники, боковые и торцовые кусачки, хирургические и часовые пинцеты, ножницы, монтажный нож, плоскогубцы, отвертки, торцовые и плоские гаечные ключи и др.

Электрические паяльники непрерывного действия обеспечивают интенсивный подвод тепла к месту пайки. Для пайки монтажных соединений внутри радиоаппарата и в труднодоступных местах, а также при плотном монтаже удобно применять *торцовые паяльники,* а для пайки соединений в открытых местах (монтажных планок, соединителей и др.) — *угловые паяльники.* В наборе необходимо иметь не менее двух паяльников: один мощностью 60 Вт со стержнем диаметром 3—4 мм — для пайки проводов и выводов диаметром до 1 мм и второй мощностью 100 Вт с более массивным стержнем — для пайки толстых проводов и экранов, требующих больше энергии для их прогрева.

Необходимо работать электропаяльниками, рассчитанными на питание переменным током от понижающего трансформатора напряжением 12—42 В, так как при работе электропаяльниками с питанием от сети 127 или 220 В в случае пробоя изоляции между нагревателем и стержнем можно оказаться под воздействием напряжения, опасного для жизни.

Интенсивный подвод тепла к месту пайки обеспечивают за счет подбора соответствующей массы (диаметра) стержня и мощности нагревательного элемента паяльника. Стержень выполняют из меди. Рабочая часть его должна быть запилена с двух сторон под углом 30—40°, а затылочная часть — под углом 75—80°, как показано на рис. 3.2. Такая форма рабочей части паяльника обеспечивает хорошее стекание припоя в месте спая.

Нагревательный элемент — это спираль из нихромовой проволоки, охватывающая медный стержень или расположенная внутри него и изолированная слюдой либо асбестом. Элемент должен обеспечивать нагрев паяльника за 1,5 мин после включения. Выполнение

этого требования зависит от диаметра используемой нихромовой проволоки и количества витков. Нагретый паяльник в процессе работы рекомендуется класть на специальную подставку.

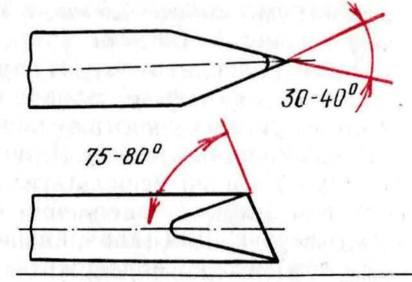


Рис. 3.2. Форма заправки рабочей части стержня электропаяльника

При монтаже часто применяют паяльники со сменным керамическим нагревательным элементом и сменными фасонными наконечниками.

Боковые и торцовые кусачки используются для откусывания монтажных проводов необходимой длины и лишних концов проводов внутри радиоаппарата. Их режущие губки должны плотно сходиться и быть острыми. Боковыми кусачками можно резать провод диаметром до 2 мм, а торцовыми — провод большего диаметра.

Хирургические и часовые пинцеты широко применяются при монтаже и сборке радиоэлектронной аппаратуры. Пинцет должен хорошо пружинить. Внутренние части его концов должны иметь мелкую насечку, чтобы было удобно брать радиоэлементы. Обычно при монтажных работах с проволокой диаметром 0,03—0,08 мм пользуются часовым пинцетом, с помощью которого заделывают концы контурных катушек и т. п. Хирургическим пинцетом, как более прочным, пользуются для захвата и поддержки радиоэлементов, заводки концов проводов на контактные лепестки, поддержки проводов в процессе пайки.

Ножницы с длиной режущих кромок 50—70 мм используются при ремонте БРЭА для резания бумаги или лакоткани. Для резки листового металла толщиной до 1 мм и изоляционного материала (фибры, электрокартона и др.) целесообразно иметь небольшие ручные ножницы размером 250—270 мм при длине режущих кромок 90—110 мм.

Монтажный нож служит для резки эластичной изоляции, зачистки проводов (если нельзя применять другие способы), обрезки ниток и др.

Плоскогубцы для выполнения монтажных работ необходимы двух видов: одни — длиной 150—170 мм с насечкой на губках и другие, меньшие,— с удлиненными губками без насечки. Большие плоскогубцы используются для работ, требующих значительных усилий, например для изгибания полос, вытягивания или выпрямления толстых одножильных проводов, удержания мелких деталей при механической обработке и др. Плоскогубцы с удлиненными губками применяются для захвата и поддержки мелких деталей в труднодоступных местах и углублениях.

Круглогубцы применяют для выгибания колец и петель из проводов и узких металлических полосок. Для монтажных работ целесообразно иметь круглогубцы с длинными губками (до 50 мм)

и диаметром у концов 1,5 мм, а также с длиной губок 30 мм и диаметром у концов 3—3,5 мм.

Отвертки используют при установке и креплении деталей винтами со шлицевыми головками. Нужно иметь не менее 4—6 отверток, подобранных в соответствии со специализацией работ по длине, ширине и толщине лезвия. Лезвие должно входить в шлиц плотно, на всю глубину и по всей длине. Если не выполнять это требование, из-за ненадежного зацепления могут срываться шлицы и портиться сами отвертки. Для завинчивания винтов в труднодоступных местах, когда невозможно поддержать их пальцами или пинцетом, пользуются отверткой с держателем.

При монтажных работах необходим набор торцовых и плоских гаечных ключей М2, М3, М4, М5, М6, а также плоский ключ 10×12 для гаек переменных резисторов и тумблеров.

Слесарный молоток массой 200—300 г применяют для выполнения операций механического монтажа и часовой молоток — для выбивания шпилек. Желательно также иметь небольшую наковальню или ровный стальной брусок массой 1—2 кг, а для правки погнутых или покоробленных полос и листов металла — молоток из крепкого дерева.

Для укладки и правки навесного монтажа необходимо иметь специальный инструмент: шпильку, упор, круглый и прямоугольный крючки или крючок-прижимку и другие приспособления, используемые в процессе ремонта и монтажа для протягивания провода при укладке схемы, вытягивания нужных проводов из жгута и других работ. Такие приспособления радиомеханики могут изготовить из стальной проволоки диаметром 3—5 мм.

В большинстве случаев операции механического и электрического монтажа выполняются вручную на рабочем месте (столе или верстаке, оснащенном необходимым оборудованием, инструментом и приспособлениями). Для удобного пользования различным инструментом, радиоэлементами и крепежными изделиями монтажный стол оборудуется ящиками и кассами.

В ящиках инструмент следует хранить в определенном порядке — по группам применения. Это значительно сокращает время на его поиск и обеспечивает сохранность.

Рабочее место должно иметь хорошую освещенность. Рабочий стол покрывается линолеумом или ковриком, который обеспечивает устойчивое положение устройства или аппарата. К рабочему месту должно быть подведено электропитание напряжением 42 В — для электропаяльника и 220 В — для включения контрольно-измерительной аппаратуры.

3.4. ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА

Электрический монтаж при производстве и ремонте радиоэлектронной аппаратуры является наиболее трудоемким процессом. Контактные выводы радиоэлементов и компонентов соединяют с

помощью монтажных проводов или печатных проводников, руководствуясь принципиальными электрическими схемами или схемами соединений, а также другой технической документацией. Обеспечение заданных выходных параметров и надежности работы радиоаппаратов зависит от соблюдения основных требований монтажных работ и технологической дисциплины, так как даже один плохой контакт может вызвать отказ в работе радиоаппарата.

Подготовку монтажных проводов начинают с выбора их соответствующих марок. Сечение токоведущих жил должно соответствовать силе и частоте протекающего по ним тока. При ручном способе резки длину проводов устанавливают по образцу или при помощи линейки. Провода диаметром до 2 мм рекомендуется резать боковыми кусачками, а провода большего диаметра — торцовыми.

Способ удаления изоляции зависит от ее вида и состава. При зачистке проводов, изоляция которых не содержит стекловолокна, следует применять метод обжигания изоляции при помощи обжигалки или электропаяльника. Провода с фторопластовой изоляцией обжигаются только под вытяжной вентиляцией. При зачистке проводов, содержащих стекловолокно, наружную полихлорвиниловую изоляцию снимают электрообжигом, внутреннюю изоляцию (стекловолокно) расплетают, скручивают и откусывают на расстоянии 1 мм от торца внешней изоляции.

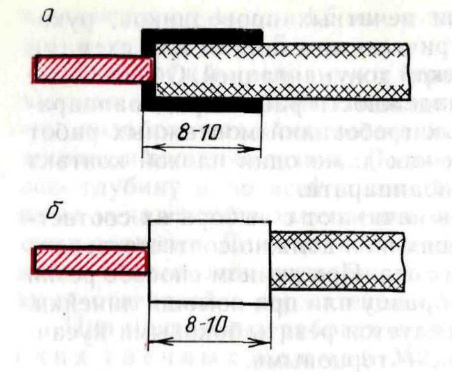
Заделка концов изоляции выполняется несколькими способами в зависимости от марки применяемого провода. При волокнистой изоляции для предохранения от оползания и разлохмачивания концы закрепляют полихлорвиниловыми трубками или нитроклеем (рис. 3.3). Нитроклей наносят на участок изоляции длиной 8—10 мм, а трубки такой же длины надевают на конец оплетки. В отдельных случаях волокнистую изоляцию закрепляют бандажом (рис. 3.4), выполненным из хлопчатобумажных ниток № 20, на участке провода длиной 5—7 мм. Экранирующую оплетку монтажных проводов разрезают ножницами на длину 20 мм от края провода, затем закрепляют так, чтобы ее концы можно было подключить к корпусному контактному лепестку.

Монтажные соединения длиной до 40 мм можно выполнять неизолированным медным проводом диаметром 0,5 мм и выше по кратчайшему расстоянию между контактными лепестками. Если в процессе эксплуатации возможны замыкания между отдельными неизолированными проводами или выводами радиоэлементов, то их необходимо изолировать полихлорвиниловыми или линоксиновыми трубками. Трубки не должны иметь повреждений.

Соединение двух электрических контактов, расположенных друг от друга на расстоянии свыше 40 мм, выполняют изолированными проводами. Монтажные провода не должны касаться нагревающихся радиоэлементов. Зазор должен быть не менее 5 мм. Нельзя располагать монтажные провода на острых кромках шасси, так как в процессе эксплуатации радиоаппарата могут произойти их повреждения.

Провода соединяют с выводами навесных радиоэлементов с помощью переходных планок или лепестков, оставляя запас длины прово-

2 Зак. 1895



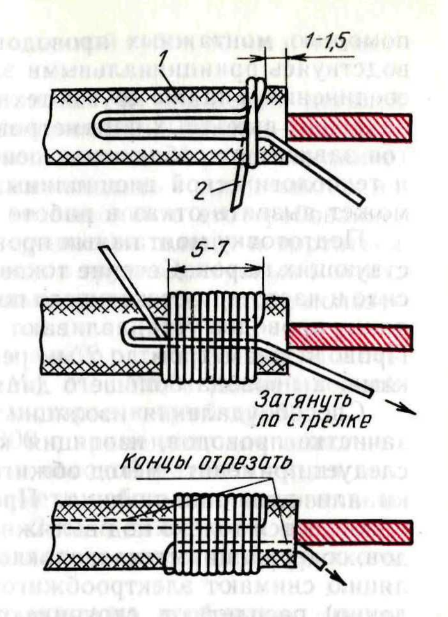


Рис. 3.3. Закрепление изоляции провода:

а — полихлорвиниловой трубкой; *б* — нитроклеем

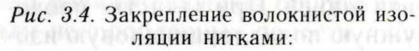


Рис. 3.4. Закрепление волокнистой изоляции нитками:

1 — волокнистая изоляция; *2* — нитка бандажа

да 7—10 мм на каждом конце для повторной зачистки и соединения. К одному контактному лепестку разрешается подключать не более трех проводов, в том числе и выводов навесных элементов. К контактным лепесткам стеклянных герметизированных выводов подключают не более двух проводов общим сечением до 1 мм^2, при этом пайку осуществляют при вставленных в панель шаблонах, фиксирующих правильность расположения лепестков.

Расстояние между соседними пайками должно быть не менее 5 мм. Исключение составляет пайка на ламповых керамических панелях. Осуществляя монтаж двух и более проводников, относящихся к разным цепям (например, входным и выходным) и укладываемых на близком расстоянии друг от друга, рекомендуется заключать каждый из них в экранирующую оплетку, чтобы не возникла паразитная связь. При длине монтажного провода до 100 мм экранирующую оплетку пайкой соединяют с шасси в одной точке, а при длине свыше 100 мм — в двух точках. Для цепей переменного тока частотой 50 и 400 Гц провода свивают попарно по всей длине.

Перед монтажом производят формовку выводов радиоэлементов по образцу с помощью шаблона или круглогубцами на расстоянии не менее 2 мм от корпуса. Радиус изгиба устанавливают не менее удвоенного диаметра или толщины вывода. Во избежание технических повреждений выводов не следует изгибать их резко или вровень с корпусом радиоэлемента. Радиоэлементы устанавливают друг от друга на расстоянии не менее 2 мм таким образом, чтобы надписи номиналов и маркировка были хорошо видны и по возможности обращены в одну сторону.

Выводы навесных радиоэлементов и концы проводов перед пайкой механически закрепляют на контактных лепестках путем загибки,

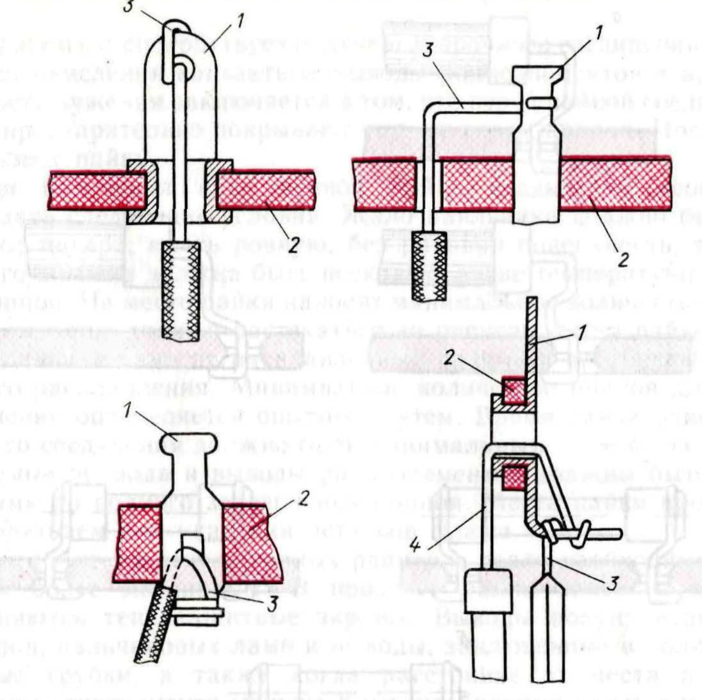


Рис. 3.5. Варианты механического закрепления жил проводов и выводов радиоэлементов на контактах:

1 — контакт; *2* — панель; *3* — вывод провода; *4* — вывод радиоэлемента

скрутки или обжатием (рис. 3.5). Для этого их продевают в отверстие контактного лепестка и отгибают либо загибают пинцетом вокруг лепестка на пол-оборота или на полный оборот. Предварительное крепление перед пайкой повышает надежность монтажных соединений.

На печатные платы навесные радиоэлементы устанавливают после предварительного изгиба выводов по шаблону или по месту, располагая их, как показано на рис. 3.6. Расстояние корпуса навесного радиоэлемента от места крепления выводов должно быть минимальным, но не менее 8—10 мм, а расстояние от места закрепления луженой жилы до среза изоляции монтажного провода — не более 1—1,5 мм.

Чтобы повысить механическую прочность монтажных проводов, жгутов и уменьшить их взаимное влияние при работе радиоаппарата, их крепят к шасси металлическими скобами через каждые 100—200 мм длины. Между скобами и жгутом (проводом) ставят прокладки из изоляционного материала. Для удобства отыскания неисправностей в процессе ремонта и контроля качества выполненной работы монтажные провода маркируют с обоих концов или используют провода с разноцветной полихлорвиниловой изоляцией.

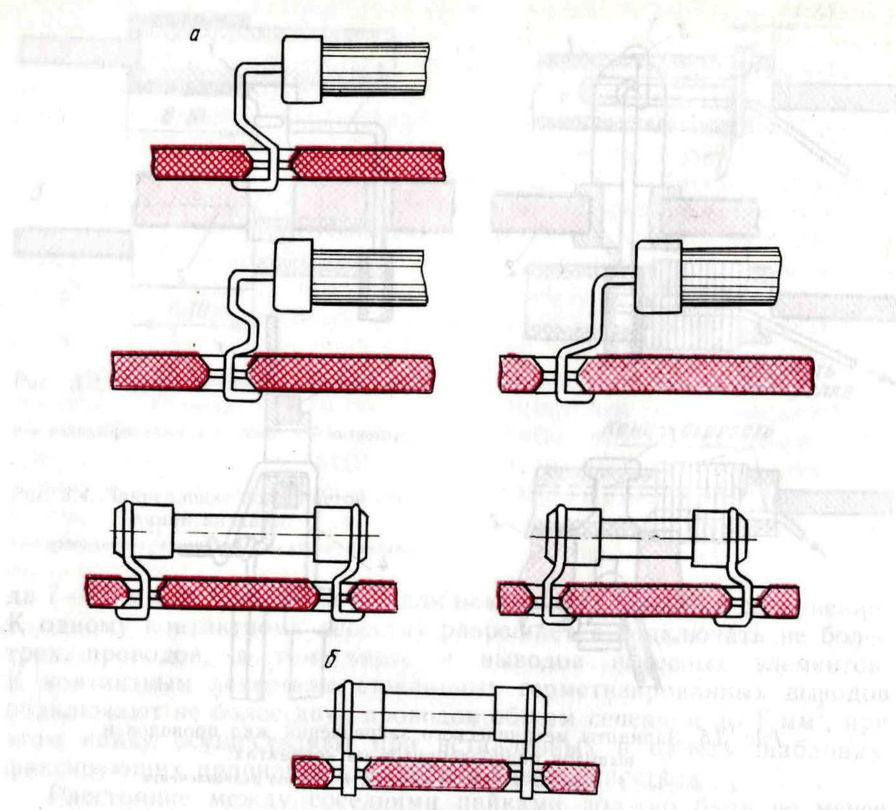


Рис. 3.6. Способы закрепления навесных радиоэлементов на печатных платах:
а — с изгибом выводов; *б* — без изгиба

3.5. ПАЙКА МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При монтаже и ремонте радиоэлектронной аппаратуры п а й к а применяется для создания неразъемных соединений. Ее выполняют при помощи электропаяльника с использованием припоев и флюсов.

В процессе пайки происходит взаимное растворение и диффузия припоя и основного металла. После затвердения припоя обеспечивается высокая электропроводность и достаточная механическая прочность соединений, а также их устойчивость против коррозии.

Паяные соединения не должны иметь трещин, вздутий, пор и пузырей, в которых могли бы собираться пыль и влага. Если паяльник недостаточно нагрет, то припой на соединяемых поверхностях быстро остывает, при этом понижается его смачиваемость. Такая пайка оказывается шероховатой, имеет матовый цвет и недостаточную прочность. Нельзя и перегревать паяльник, так как стержень паяльника и припой могут окисляться, в результате чего припой скатывается с жала и не образует соединения. Признаком перегрева является сильное сгорание (а не плавление) канифоли с выделением дыма.

Л у ж е н и е способствует получению прочного соединения и защищает от окисления контактные выводы радиоэлементов и проводов. Сущность лужения заключается в том, что перед пайкой соединяемые места предварительно покрывают тонким слоем припоя. После этого выполняют пайку.

Для получения качественной пайки соединений необходимо соблюдать следующие условия. Жало паяльника должно быть очищено от нагара, иметь ровную, без раковин поверхность, температура его нагрева должна быть несколько выше температуры плавления припоя. На место пайки наносят минимальное количество флюса, при этом он не должен растекаться за пределы места пайки. Затем на соединения наносят расплавленный припой и прогревают его до полного расплавления. Минимальное количество припоя для пайки соединения определяется опытным путем. Время пайки одного контактного соединения должно быть минимальным — не более 5 с. Соединяемые провода и выводы радиоэлементов должны быть неподвижными до полного затвердения припоя. Места пайки промывают растворителем для удаления остатков флюса.

При пайке элементов разных размеров тепло необходимо подводить к более массивным. В процессе пайки плотного монтажа применяются теплозащитные экраны. Выводы полупроводниковых приборов, пальчиковых ламп и выводы, заключенные в полихлорвиниловые трубки, а также когда расстояние от места пайки до корпуса радиоэлемента меньше 8 мм, необходимо паять с использованием теплоотвода — пинцета с медными насадками на губках. При этом продолжительность пайки указанных мест не должна превышать 3 с.

Пайка радиоэлементов на печатных платах, где тонкие слои металла заменяют обычные провода, имеет свои особенности. Ее производят электропаяльником мощностью 35 Вт. Жало должно быть заточено в виде четырехгранной пирамиды с углом при вершине 10—20 °. Для пайки используются легкоплавкие припои ПОС-61, ПОСК-50-18 и бескислотные флюсы (30 %-й раствор канифоли в денатурированном или метиловом спирте) или пасту ЛТИ-115. Флюс на место пайки наносят кисточкой, не допуская растекания его за пределы спая. Покрытое флюсом место просушивают в течение 1—2 мин, так как быстрое испарение спирта в процессе пайки может привести к образованию пузырей и внутренних раковин в припое. Место пайки следует достаточно прогреть паяльником, чтобы припой полностью заполнил зазоры между выводом и паечным отверстием. Количество припоя должно быть минимальным, чтобы наплывы его в местах пайки не превышали 1 мм. Нельзя перегревать места пайки, так как это может вызвать отслаивание печатных проводников. Время пайки должно быть не более 3 с.

Особенности пайки выводов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем изложены в § 5.7 и 7.6.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается различие в обозначениях обмоточных проводов марок ПЭЛ и ПЭВ?
2. Какие виды изоляции имеют монтажные провода?
3. Для чего при монтаже радиоэлектронной аппаратуры применяют экранированные провода?
4. Как устроен коаксиальный кабель марки РК? Для чего он предназначен?
5. Назовите марки и укажите состав припоев, используемых при пайке радиоэлементов на печатных платах.
6. Для чего применяют флюсы при пайке мягкими припоями?
7. Перечислите требования, которые необходимо выполнять при электрическом монтаже радиоэлектронной аппаратуры.
8. Назовите и раскройте сущность операций подготовки проводов и выводов радиоэлементов к пайке.
9. Какие условия обеспечивают высокое качество пайки?

ГЛАВА 4

РАДИОЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПАРАМЕТРЫ И МАРКИРОВКА РЕЗИСТОРОВ

Резистор представляет собой радиоэлемент, используемый в радиоэлектронных схемах в качестве активного электрического сопротивления и предназначенный для регулирования или ограничения тока в электрических цепях.

Резисторы используются в БРЭА в качестве анодных и коллекторных нагрузок, делителей напряжения для создания требуемого режима питания ламп, транзисторов и микросхем. Принцип их действия основан на свойстве токопроводящих материалов с большим удельным электрическим сопротивлением оказывать сопротивление проходящему электрическому току.

В зависимости от конструкции и материала токопроводящего элемента резисторы подразделяются на *непроволочные* и *проволочные*. В непроволочных резисторах токопроводящий элемент изготовляют методом нанесения на керамическое основание тонкого слоя углерода или сплава металлов, обладающих высоким удельным сопротивлением, а в проволочных — его выполняют из проволоки высокоомного материала (константан, манганин, нихром).

По характеру изменения сопротивления резисторы подразделяются на *постоянные* и *переменные*, в том числе *подстроечные*.

Основными параметрами резисторов являются: номинальное сопротивление и его допустимое отклонение, номинальная мощность рассеивания, предельное рабочее напряжение, температурный коэффициент сопротивления и шумы.

Номинальное сопротивление постоянных и переменных резисторов указывает значение их сопротивления в омах, килоомах или мегаомах и проставляется на резисторах. Установлено шесть рядов номинальных значений сопротивлений: E6, E12, E24, E48, E96, E192. Цифры после букв указывают число номинальных значений в данном ряду.

Допустимое отклонение сопротивления указывает на наибольшее возможное отклонение от номинального значения в сторону увеличения или уменьшения действительного значения активного сопротивления резисторов и выражается в процентах. Пределы допустимых отклонений сопротивлений резисторов приведены в прил. 1.

Номинальная мощность рассеивания указывает максимально допустимую мощность, которую резистор может рассеивать

при длительной электрической нагрузке, нормальных атмосферном давлении и температуре. Непроволочные резисторы изготовляют на номинальную мощность 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5 и 10 Вт, а проволочные — 0,2—150 Вт. Номинальная мощность рассеивания резисторов должна быть на 20—30 % больше рабочей рассеиваемой мощности.

Предельное рабочее напряжение — это максимально допустимое напряжение, приложенное к выводам резистора, которое не вызывает превышения норм технических условий (ТУ) на электрические параметры. Эта величина задается для нормальных условий эксплуатации и зависит от длины резистора, шага спиральной нарезки, температуры, давления окружающей среды и атмосферного давления. Чем выше температура и ниже атмосферное давление, тем выше вероятность теплового или электрического пробоя и выхода из строя резистора.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) характеризует относительное изменение сопротивления резистора при изменении температуры окружающей среды на 1 °С. У непроволочных резисторов, применяемых в БРЭА, ТКС не превышает ±0,04—0,2 %, а у проволочных — ±0,003—0,2 %.

Шумы в резисторах обусловлены хаотическим движением носителей зарядов, что вызывает появление дополнительного шумового напряжения на выводах резисторов и создает помехи при прохождении сигнала. Собственные шумы резисторов бывают тепловые и токовые.

Тепловые шумы возникают под действием хаотического движения электронов в токопроводящем слое, что вызывает микроизменения сопротивления резистора и переменные пульсации напряжения в нем. С увеличением температуры резистора тепловые шумы возрастают.

Токовые шумы появляются в углеродистых, металлизированных и композиционных резисторах. С увеличением приложенного напряжения они возрастают.

Наибольшие токовые шумы создают непроволочные резисторы. Проволочные резисторы обладают лишь тепловыми шумами, гораздо меньшими, чем токовые.

Сокращенная система обозначений резисторов введена в соответствии с ГОСТ 13453—68 с учетом вышеназванных групп и свойств резисторов и состоит из букв и цифр. Буквами обозначается группа резисторов: С — резисторы постоянные, СП — резисторы переменные. Первая цифра после букв указывает материал, из которого они изготовлены (1 — непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые; 2 — непроволочные тонкослойные металлопленочные и металлоокисные; 3 — непроволочные композиционные пленочные; 4 — непроволочные композиционные объемные; 5 проволочные; 6 — непроволочные тонкослойные металлизированные). Следующие цифры, написанные через дефис, указывают порядковый номер разработки конструктивной разновидности резисторов данного вида. Например, резистор С2-22 — постоянный непроволочный с порядковым номером разработки 22.

С 1980 г. введена новая система сокращенных условных обозначений, в которой первый элемент — буква или сочетание букв — обозначает подкласс резистора (Р — постоянные резисторы, РП — переменные резисторы, НР — наборы резисторов); второй элемент — цифра обозначает группу резисторов по материалу резистивного элемента (1 — непроволочные, 2 — проволочные); третий элемент — цифра обозначает регистрационный номер конкретного типа резистора. Между вторым и третьим элементами ставится дефис. Например, резисторы переменные проволочные с номером 18 записываются РП2-18.

Резисторы, которые изготовлялись до введения вышеуказанных систем сокращенных обозначений, имеют старые наименования, в основу которых положены отличительные признаки (вид токопроводящего материала, защиты и др.). К ним относятся резисторы типа ВС (высокостабильные), МЛТ (металлизированные лакированные теплостойкие) и другие.

Маркировка резисторов (их буквенно-цифровой код) содержит значение номинального сопротивления и допустимые отклонения от него. Кроме того, в обозначении имеется буква, которая указывает единицы сопротивления. Она пишется на том месте, где должна быть запятая, разделяющая целую и дробную части обозначения (прил. 1). Если в значении сопротивления резистора отсутствуют целые числа, то нуль впереди буквы не ставится. В конце обозначения резистора буквой указывается допустимое отклонение от номинального значения сопротивления (прил. 1). Например, сопротивление 0,47 Ом ± 5 % сокращенно обозначается Е47И; сопротивление 4,7 кОм ± 10 % — 4К7С, сопротивление 4,7 МОм ± 20 % — 4М7В.

В соответствии с ГОСТ 17598—72 для постоянных резисторов допускается маркировка цветным кодом номинального сопротивления и допустимых отклонений от него. Маркировку наносят знаками в виде кругов или полос. Для маркировки цветным кодом номинальное сопротивление резисторов в омах выражается двумя или тремя цифрами (в случае трех цифр — последняя не равна нулю) и множителем 10^n где n — любое целое число от −2 до +9.

Для резисторов с номинальным сопротивлением, выраженным двумя цифрами и множителем, цветная маркировка состоит из четырех или трех знаков при допустимом отклонении сопротивления ±20 % (допустимое отклонение ±20 % не маркируется). Маркировочные знаки располагают на резисторе слева направо в следующем порядке:

1) первая цифра;
2) вторая цифра;
3) множитель;

} номинальное сопротивление

4) допустимое отклонение сопротивления.

Для резисторов с номинальным сопротивлением, выраженным тремя цифрами и множителем, цветная маркировка состоит из пяти знаков и располагается слева направо в следующем порядке:

1) первая цифра;
2) вторая цифра;
3) третья цифра;
4) множитель;
5) допустимое отклонение сопротивления.

} номинальное сопротивление

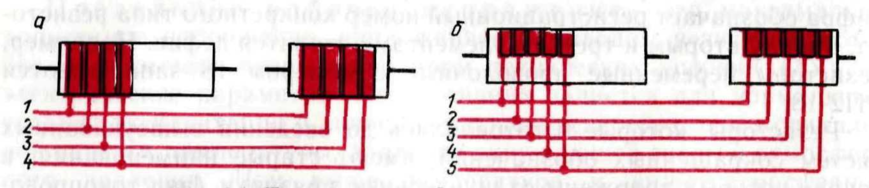


Рис. 4.1. Примеры цветной маркировки резисторов:
а — с номинальным сопротивлением 10 кОм и допускаемым отклонением ± 5 %; *б* — с номинальным сопротивлением 249 Ом и допускаемым отклонением ± 0,5 %

Маркировочные знаки сдвинуты к одному из торцов резистора (рис. 4.1). Первый знак расположен у торца. Если размеры резистора не позволяют разместить маркировку ближе к одному из торцов, то площадь первого знака делается приблизительно в два раза больше площади остальных знаков. Цвет знаков маркировки и значения номинального сопротивления и его допустимого отклонения должны соответствовать указанным в прил. 2.

4.2. НЕПРОВОЛОЧНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ РЕЗИСТОРЫ

Непроволочные постоянные резисторы типов ВС, МЛТ, УЛМ, С1, С2, С3, С4 и другие широко применяют в бытовой радиоэлектронной аппаратуре. Конструктивно они представляют собой цилиндрические или прямоугольные стержни из изоляционного материала, на внешнюю поверхность которых нанесен тонкий токопроводящий слой. Для получения необходимого сопротивления подбирается определенная толщина слоя углерода или металла и прорезается спиральная канавка для увеличения омического сопротивления резистора. Чем меньше толщина слоя и больше витков в его спирали, тем больше номинальное сопротивление резистора. Токопроводящий слой соединен с выводами при помощи колпачков, насаженных на оба конца стержня. Для защиты от влаги и механических воздействий токопроводящий слой и контактные колпачки покрывают влагостойкой эмалью.

Резисторы ВС (высокостабильные) выпускаются с номинальным сопротивлением от 10 Ом до 10 МОм и мощностью рассеивания 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5 и 10 Вт. Они имеют проволочные (ВС-0,125а, ВС-0,25а, ВС-0,5а) и радиальные (ВС-1 — ВС-10) выводы (рис. 4.2, а).

Резисторы МЛТ (металлопленочные лакированные теплостойкие) (рис. 4.2,*б*) выпускаются с номинальным сопротивлением от 8,2 ОМ до 10 МОм в соответствии со шкалой номинальных величин и мощностью рассеивания 0,125; 0,25; 0,5; 1 и 2 Вт. Эти резисторы по

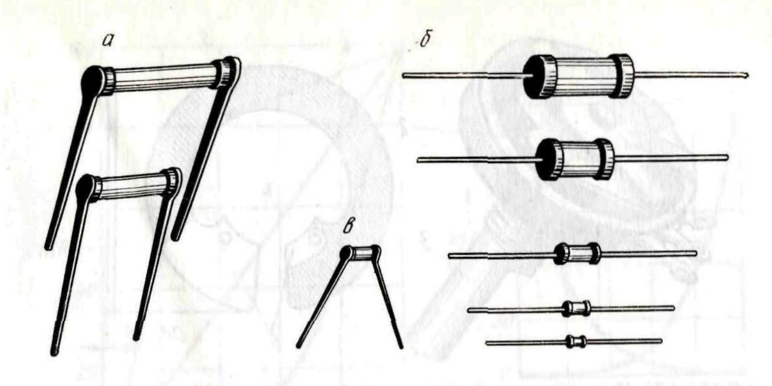


Рис. 4.2. Непроволочные постоянные резисторы:
а — ВС; *б* — МЛТ; *в* — УЛМ

сравнению с резисторами ВС при одной и той же мощности имеют значительно меньшие габаритные размеры.

Резисторы ОМЛТ имеют такие же электрические параметры, как и МЛТ, но обладают повышенной механической прочностью и надежностью. Их применяют в качестве навесных элементов на печатных платах.

Резисторы УЛМ (углеродистые лакированные малогабаритные) (рис. 4.2, *в*) выпускаются с номинальным сопротивлением от 10 Ом до 1 МОм, мощностью рассеивания 0,125 Вт и рабочим напряжением до 100 В. Малые размеры (длина 6,5 мм, диаметр 2 мм) этих резисторов позволяют использовать их в малогабаритной аппаратуре.

Постоянные непроволочные *резисторы групп С1, С2, С3* изготовляют *цилиндрической формы, а группы С4 — прямоугольной.* Резисторы указанных групп имеют сравнительно малые габариты и массу, номинальное сопротивление от 1 Ом до 10 МОм и предельное рабочее напряжение от 30 до 1700 В. Такие резисторы хорошо компонуются на печатных платах.

4.3. НЕПРОВОЛОЧНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЗИСТОРЫ

Непроволочные переменные резисторы типов СП, СПО, СП3, ТК, ВК используются для плавной регулировки громкости, тембра, яркости, контрастности и других параметров БРЭА.

В резисторах типа СП3 (рис. 4.3) токопроводящий слой наносят на подковообразную гетинаксовую пластинку. На концах токопроводящего слоя выполнены посеребренные контакты, к которым присоединяются крайние выводы. Подвижный контакт, закрепленный на поворотной оси, скользит по токопроводящему слою в пределах заданного угла поворота. Он соединен со средним выводом. При вращении оси ручкой управления или отверткой сопротивление между средним и крайними выводами меняется. Резистор помещается в корпус, закрываемый металлическим экраном.

По характеру изменения сопротивления в зависимости от угла поворота оси переменные резисторы подразделяются на группы: А —

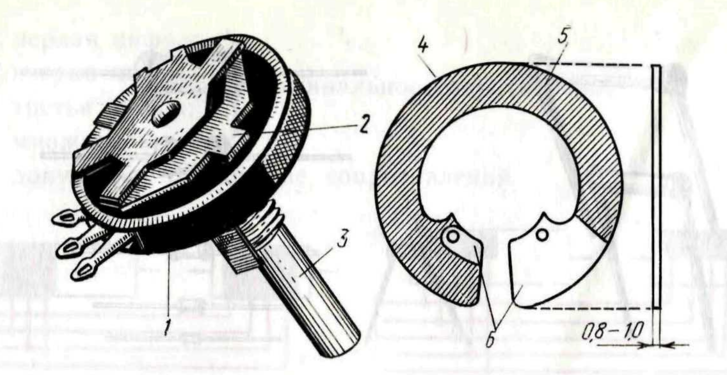


Рис. 4.3. Непроволочный переменный резистор (без кожуха):
1 — корпус; *2* — токосъемник; *3* — ось; *4* — основание; *5* — токопроводящий слой; *6* — контакты

линейный, Б логарифмический, В обратно-логарифмический. Кривые изменения сопротивления в зависимости от угла поворота оси показаны на рис. 4.4, *а*.

Резисторы группы А целесообразно использовать в цепях, где напряжение должно изменяться по линейному закону для установления требуемого режима. Такие резисторы применяют в телевизорах для регулировки яркости и частоты строк.

Резисторы группы Б используют в цепях, где необходимо резкое возрастание напряжения в начале поворота оси по часовой стрелке и медленное — в конце.

Резисторы группы В имеют обратно-логарифмический характер изменения сопротивления, т. е. медленно возрастает напряжение в начале поворота и быстро — в конце. Их используют в цепях для регулировки громкости.

В качестве регуляторов стереобаланса двухканальных стереофонических усилителей применяют композиционные сдвоенные переменные резисторы с общей осью. Причем один из них, имеющий характеристику вида *Е*, включают в левый канал, а второй, имеющий характеристику *И*,— в правый. На рис. 4.4, *б* видно, что в первом резисторе с характеристикой *Е* в пределах первой половины полного угла поворота оси введенное сопротивление изменяется незначительно, а во второй — резко увеличивается. Во втором резисторе с характеристикой *И* в пределах первой половины угла поворота оси введенное сопротивление резко уменьшается, а при дальнейшем повороте оси изменяется незначительно.

Переменные резисторы типа СП3 и ранее выпускавшиеся типа СП могут быть одинарными и спаренными, с выключателем и без него, со стопором оси и без него. Резисторы СП3-1а и СП3-1б являются бескорпусными с полугибкими выводами. Они применяются в БРЭА с печатным монтажом в качестве подстроечных. Резисторы СП3-4 с выключателем питания служат в качестве регуляторов громкости и тембра в транзисторных радиоприемниках. Резисторы СП3-7 сдвоенные с функциональными характеристиками групп *Е*/*И* используются в стереофонических двухканальных радиоприемниках и усилителях звуковой частоты. Резисторы СП3-8 применяются в автомобильных радиоприемниках для включения питания и регулировки громкости и тембра.

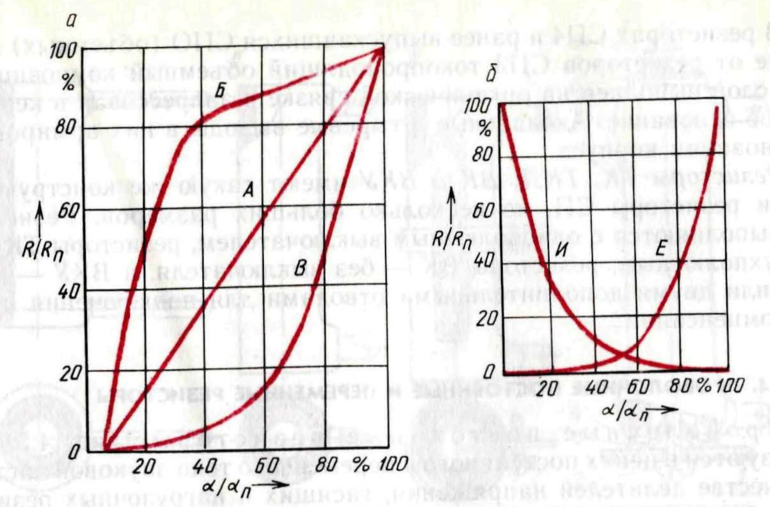


Рис. 4.4. Функциональные характеристики переменных резисторов для радиоаппаратуры:
а — монофонической; *б* — стереофонической; $R_п$ — полное сопротивление; $\alpha_п$ — полный угол поворота подвижной системы

Резисторы СП3-10М применяются как регулировочные. Их изготовляют в трех вариантах: сдвоенные с независимым вращением осей, сдвоенные с выключателем и одинарные с двухполюсным выключателем. Резисторы СП3-12 и их модернизированный вариант СП3-30 выпускаются одинарными без выключателя, одинарными с выключателем, сдвоенными с одной осью, сдвоенными с концентрическими валами, одинарными и сдвоенными с дополнительными отводами. Они изготовляются с функциональными характеристиками *А*, *Б*, *В*, *Е*, *И* и используются для регулировки громкости и тембра в звуковоспроизводящей аппаратуре 1-й и высшей групп сложности. Резисторы СП3-12б и СП3-12в выпускаются с одним или двумя дополнительными отводами для подключения цепей тонкоррекции.

Резисторы СП3-19 являются бескорпусными подстроечными и имеют повышенную стабильность сопротивления и большую мощность рассеивания. Резисторы СП3-23— регулировочные движковые — изготовляют без дополнительных отводов, а также с одним или двумя дополнительными отводами с функциональными характеристиками *А*, *Б*, *В*, *Е*, *И*. Резисторы СП3-33 в зависимости от конструкции и способа монтажа бывают одинарные с выключателем, сдвоенные (с фиксатором и без фиксатора), счетверенные (без фиксатора, с выключателем, с концентрическими валами и выключателем). Резисторы СП3-40 — подстроечные малогабаритные с прямолинейным перемещением подвижного контакта. Их используют для электронной и фиксированных настроек в радиоприемниках.

В резисторах СП4 и ранее выпускавшихся СПО (объемных) в отличие от резисторов СП3 токопроводящий объемный композиционный слой выполнен на органической связке и запрессован в керамическое основание. Аксиальные штыревые выводы в них армированы в основании корпуса.

Резисторы ТК, ТКД, ВК и ВКУ имеют такую же конструкцию, как и резисторы СП, но несколько больших размеров. Резисторы ТК выполняются с однополюсным выключателем, резисторы ТКД — с двухполюсным, резисторы ВК — без выключателя, а ВКУ — с одним или двумя дополнительными отводами для подключения цепей тонкомпенсации.

4.4. ПРОВОЛОЧНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЗИСТОРЫ

Проволочные постоянные резисторы (рис. 4.5) используются в цепях постоянного и переменного тока звуковой частоты в качестве делителей напряжения, гасящих и нагрузочных резисторов, а также для установления высокой стабильности параметров электрической цепи и большой мощности рассеивания.

Проволочные постоянные резисторы конструктивно представляют собой изоляционное основание из керамики или пластмассы, на которое наматывается токопроводящий элемент из проволоки высокоомных сплавов константана, манганина или нихрома. К концам обмотки присоединяются выводы из многопроволочной мягкой меди или латунных пластинок. Для изоляции и защиты витков от влаги, загрязнений и механических повреждений обмотку покрывают теплостойкой неорганической стеклоэмалью.

В БРЭА широко применяются постоянные проволочные резисторы ПЭ, ПЭВ, ПЭВР, С5 и др.

Резисторы ПЭ (проволочные эмалированные) (рис. 4.5, *а*) выпускаются на номинальное сопротивление от 1,0 Ом до 51 кОм и номинальную мощность рассеивания от 7,5 до 150 Вт. *Резисторы ПЭВ* (проволочные эмалированные влагостойкие) (рис. 4.5, *б*) изготовляют на номинальное сопротивление от 5 Ом до 56 кОм и допустимую мощность рассеивания от 2,5 до 100 Вт. Разновидностью резисторов ПЭВ являются *резисторы ПЭВР* (проволочные эмалированные влагостойкие регулируемые) (рис. 4.5, *в*). В резисторах ПЭВР на боковой поверхности снят слой эмали в виде дорожки, по которой может перемещаться хомутик с контактом. Такая конструкция позволяет регулировать сопротивление, номинальное значение которого находится в пределах от 3 Ом до 2,7 кОм.

Проволочные переменные резисторы используются в качестве регулировочных и подстроечных радиоэлементов при техническом обслуживании и ремонте БРЭА, а также для регулировки больших токов в цепях питания в виде реостатов накала, делителей напряжения и др. Такие резисторы изготовляют на номинальное сопротивление от долей ома до нескольких десятков килоом с мощностью рассеивания от 0,5 до 5 Вт.

Конструктивно проволочный переменный резистор (рис. 4.6) представляет собой тороидальный или трубчатый каркас из керамики или пластмассы, на который в виде обмотки укладывается тонкий провод с высоким омическим сопротивлением. По поверхности провода скользит ползунок из упругой металлической ленты или проволоки, изогнутой на конце. Плавная регулировка сопротивления обеспечивается тем, что при перемещении ползунок касается последующего витка обмотки прежде, чем сойдет с предыдущего. Для включения в схему проволочный переменный резистор имеет три вывода: два — от концов обмотки и третий — от ползунка.

В сильноточных резисторах прежних выпусков *типа ППБ, ППБЕ* (проволочные переменные бескаркасные) резистивный элемент вы-

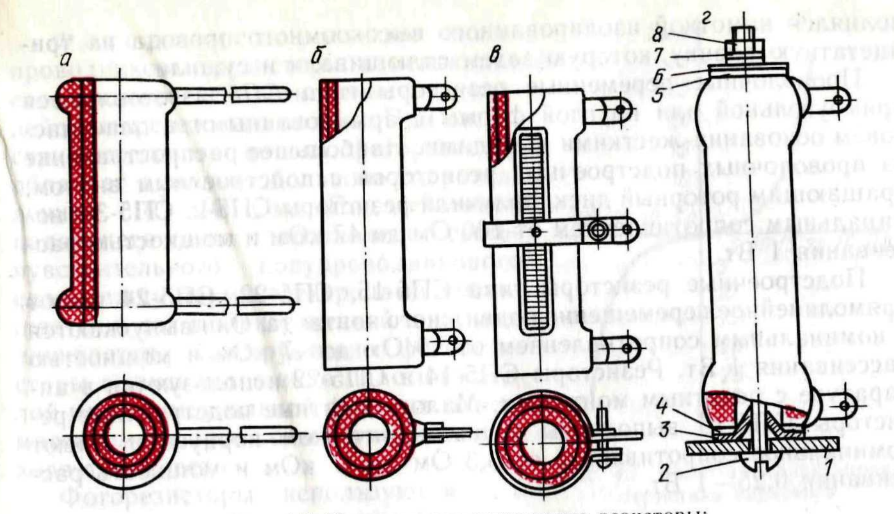


Рис. 4.5. Проволочные постоянные резисторы:
а — ПЭ; *б* — ПЭВ; *в* — ПЭВР; *г* — крепление резистора: *1* — шасси; *2* — винт; *3* — шайба фасонная; *4,5* — шайбы изоляционные; *6,7* — шайбы металлические; *8* — гайка

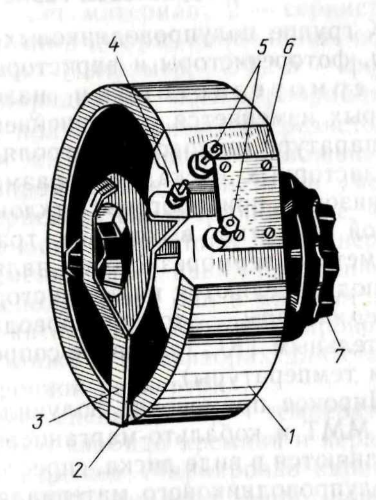


Рис. 4.6. Проволочный переменный резистор (без кожуха):
1 — обмотка; *2* — скользящий контакт; *3* — токосъемник; *4* — вывод движка; *5* — вывод концов обмотки; *6* — каркас; *7* — ручка

полнялся намоткой изолированного высокоомного провода на триацетатную пленку, которую затем сплющивали и сушили.

Проволочные переменные резисторы *типа СП5* изготовляются прямоугольной или круглой формы с армированными в пластмассовом основании жесткими выводами. Наибольшее распространение из проволочных подстроечных резисторов с подстроечным винтом, вращающим роторный диск, получили резисторы СП5-2, СП5-3 с номинальным сопротивлением от 100 Ом до 47 кОм и мощностью рассеивания 1 Вт.

Подстроечные резисторы типа СП5-15, СП5-22, СП5-24 имеют прямолинейное перемещение подвижного контакта. Они выпускаются с номинальным сопротивлением от 10 Ом до 47 кОм и мощностью рассеивания 1 Вт. Резисторы СП5-14 и СП5-22 используются в аппаратуре с печатным монтажом. Малогабаритные подстроечные резисторы СП5-16 выполнены в цилиндрическом корпусе и имеют номинальное сопротивление от 3,3 Ом до 47 кОм и мощность рассеивания 0,25—1 Вт.

4.5. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ РЕЗИСТОРЫ

К группе полупроводниковых резисторов относятся терморезисторы, фоторезисторы и варисторы.

Терморезисторами называют резисторы, сопротивление которых изменяется с изменением температуры. Они используются в аппаратуре теплового контроля для стабилизации режима работы транзисторных каскадов и размера изображения по вертикали в телевизорах при прогреве отклоняющих кадровых катушек и вторичной обмотки выходного трансформатора кадров. Основным параметром терморезисторов является ТКС. В зависимости от ТКС они подразделяются на термисторы и позисторы.

Термисторы — это полупроводниковые объемные резисторы с отрицательным ТКС (активное сопротивление уменьшается при увеличении температуры).

Широкое применение получили медно-марганцевые термисторы типа ММТ и кобальто-марганцевые типа КМТ. Конструктивно они выполняются в виде диска, спрессованного при высокой температуре из полупроводникового материала. К серебряным контактным площадкам, нанесенным на диск, припаиваются выводы.

Миниатюрные термисторы типа СТ изготовляют в виде пластин прямоугольной формы из оксидов меди, кобальта и марганца. Маркировка их состоит из букв и цифр. Например, СТ3-23: СТ — сопротивление термочувствительное, первая цифра — код применяемого материала, вторая цифра, написанная через дефис, указывает номер разработки.

Позисторы — это полупроводниковые объемные резисторы с положительным ТКС.

Термисторы и позисторы выпускают с номинальным сопротивлением от 1,0 Ом до 10 МОм.

Фоторезисторы — это полупроводниковые резисторы, изменяющие свое активное сопротивление под воздействием светового потока. При отсутствии светового потока фоторезистор обладает довольно большим сопротивлением (10^7—10^8 Ом). Под действием падающего света сопротивление светочувствительного полупроводникового слоя между двумя электродами уменьшается и ток в электрической цепи увеличивается. Конструктивно фоторезисторы выпускают в виде пластин круглой или прямоугольной формы в пластмассовом корпусе с отверстием для прохода лучей света.

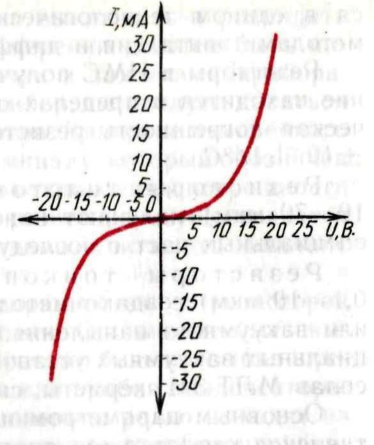


Рис. 4.7. Вольт-амперная характеристика варистора

Фоторезисторы используются в фотоэлектрических автоматических устройствах, кино- и фотоаппаратуре. Маркировка фоторезистора состоит из букв и цифр: буквы ФС или СФ — фотосопротивление, первая цифра после букв означает материал: 2 — сернистый кадмий, 3 — селенит кадмия, а последняя цифра, написанная через дефис, указывает номер разработки. Например, СФ2-5 — фоторезистор сернистокадмиевый, 5 — порядковый номер разработки.

Варисторы — это нелинейные полупроводниковые резисторы, сопротивление которых изменяется с изменением приложенного напряжения. С увеличением его сопротивление варисторов уменьшается. Их вольт-амперная характеристика симметрична (рис. 4.7) при напряжениях различной полярности. Варисторы малоинерционны, и это свойство позволяет применять их в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Используются они в маломощных стабилизаторах напряжения, цепях автоматического регулирования усиления и полосы пропускания, а также в телевизорах для стабилизации параметров кадровой и строчной разверток.

Варисторы изготовляют методом спекания при температуре 1400 °С предварительно спрессованного карбида кремния и керамического материала в виде стержней и дисков. Маркировка варисторов состоит из букв и цифр. Буквы СН означают сопротивление нелинейное; первая цифра — материал (1 — карбид кремния); вторая цифра, написанная через дефис,— вид конструкции (1 — стержневые; 2 — дисковые); третье число — номинальное напряжение (в вольтах) и четвертое число — допустимое от номинального напряжения отклонение (в процентах). Например, СН1-2-1300 В±10 % — варистор из карбида кремния, дисковый, номинальное напряжение 1300 В и допустимое отклонение ±10 %.

4.6. РЕЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

В интегральных микросхемах (ИМС) активные и пассивные элементы — транзисторы, диоды, резисторы и конденсаторы — создают-

ся в едином технологическом процессе на базе $p - n$-переходов методами эпитаксии и диффузии.

Резисторы в ИМС получают в базовой области. Их сопротивление находится в пределах от 25 Ом до единиц килоом. Технологическая погрешность резисторов не превышает ±30 %, а ТКС — $\pm 10^{-1}$ 1/°С.

Резисторы толстопленочных ИМС (толщина пленок 10—70 мкм) получают нанесением на подложки через трафареты специальных паст с последующим вжиганием.

Резисторы тонкопленочных ИМС (толщина пленок 0,1—10 мкм) создают методом вакуумного термического испарения или вакуумного напыления. Процесс напыления выполняют в специальных вакуумных установках. Для этого применяют резистивный сплав МЛТ-3М, керметы, силициды и тантал.

Основным параметром напыленного материала является *сопротивление квадрата его поверхности.* Однако необходимо учитывать и такие важные параметры, как *ТКС* и *удельная мощность рассеивания.*

Резисторы в тонкопленочных ИМС могут иметь форму полоски или «меандра». Они обладают рядом преимуществ в сравнении с полупроводниковыми: имеют номинальное сопротивление от 50 Ом до 100 кОм, более стабильны и точны, допустимое отклонение составляет ±5 %. Для защиты от окисления на эти резисторы напыляют слои оксида кремния или покрывают их гидрофобным лаком.

В гибридных ИМС используют *постоянные ниточные резисторы,* выполненные из стекловолокна в виде стержня, на поверхность которого тонкими слоями нанесена токопроводящая композиция. Ниточные резисторы приклеивают к контактным площадкам подложек токопроводящим клеем — контактолом.

4.7. ПРОВЕРКА, РЕМОНТ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ РЕЗИСТОРОВ

Исправность постоянных резисторов проверяют сначала внешним осмотром. При этом обращают внимание на целостность корпуса, отсутствие на его поверхности трещин и сколов, надежность крепления выводов. У неисправного резистора можно обнаружить обуглившиеся поверхности лакового или эмалевого покрытия, а в ряде случаев — колечки.

Небольшое потемнение лакового покрытия допустимо, но в этом случае следует проверить значение сопротивления. Его допустимое отклонение от номинального значения не должно превышать ±20 %. Отклонение сопротивления от номинального значения может появиться у высокоомных резисторов (более 1 МОм) при их длительной эксплуатации.

В ряде случаев обрыв токопроводящего элемента не вызывает никаких изменений внешнего вида резистора. Поэтому проверку его на соответствие величины номинальному значению производят с помощью омметра. Перед измерением сопротивления резисторов, установленных в БРЭА, последние необходимо выключить и разрядить электролитические конденсаторы. При измерении должен быть надежный контакт между выводами резистора и зажимами прибора. Чтобы не шунтировать измерительный прибор, не следует касаться руками металлических частей щупов омметра. Значение измеренного сопротивления должно соответствовать номиналу, который обозначен на корпусе резистора с учетом допустимого отклонения и погрешности омметра. Если измерение сопротивления резистора осуществляется без выпаивания его из схемы, необходимо учитывать влияние шунтирующих цепей.

Наиболее часто встречающейся неисправностью у резисторов является перегорание токопроводящего слоя. Оно может быть вызвано прохождением через резистор недопустимо большого тока в результате различных замыканий в монтаже или пробоя конденсатора.

Проволочные постоянные резисторы довольно редко выходят из строя. Основные их неисправности (обрыв или перегорание проволоки) обычно устанавливают при помощи омметра. У переменных непроволочных резисторов чаще всего встречаются нарушения контакта подвижной щетки с токопроводящими элементами. Если такой резистор используется в усилителе звуковой частоты в качестве регулятора громкости, то при повороте его оси в головке громкоговорителя слышен треск. Встречаются также обрывы выводных контактов, изнашивание или повреждение токопроводящего слоя.

Непригодные постоянные резисторы заменяют новыми с соответствующими техническими параметрами: номинальным омическим сопротивлением, номинальной мощностью рассеивания и др. При отсутствии резистора с соответствующим сопротивлением его можно заменить двумя (или несколькими), соединенными параллельно или последовательно.

При последовательном соединении общее сопротивление равно сумме значений сопротивлений резисторов, включенных в электрическую цепь:

$$R_{\text{посл}} = R1 + R2.$$

При параллельном соединении двух резисторов общее сопротивление можно рассчитать по формуле

$$R_{\text{парал}} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}.$$

При установке исправных резисторов взамен вышедших из строя необходимо учитывать мощность рассеивания. Без особой нужды не следует завышать ее, так как резистор большой мощности имеет большие геометрические размеры. В современной радиоаппаратуре монтаж очень плотный и разместить несколько резисторов вместо одного или один большего размера довольно трудно. Кроме того, это может привести к соответствующему увеличению паразитных межкаскадных связей, отрицательно влияющих на работу радиоаппарата.

Исправность переменных резисторов определяется омметром. Для этого подключают один щуп омметра к среднему

лепестку резистора, а другой — к одному из крайних лепестков. Ось переменного резистора при каждом таком подключении вращают очень медленно. Если резистор исправен, то при вращении его оси стрелка омметра будет отклоняться плавно. Дрожание, рывки ее свидетельствуют о плохом контакте щетки с токопроводящим элементом. Если стрелка омметра вообще не отклоняется, то резистор неисправен. Проверку рекомендуется повторить, переключив другой щуп омметра ко второму крайнему лепестку резистора, чтобы убедиться в исправности и этого вывода. Неисправный переменный резистор необходимо заменить новым или отремонтировать, если это возможно. Для этого вскрывают корпус резистора, тщательно спиртом промывают токопроводящий элемент, внимательно осматривают его и при отсутствии видимых повреждений наносят тонкий слой машинного масла. Затем его собирают и вновь проверяют надежность контакта.

Исправность терморезисторов, фоторезисторов и варисторов устанавливают специальными измерениями. О выходе их из строя можно судить по внешнему проявлению дефекта.

При определении взаимозаменяемости переменных резисторов, кроме вышеназванных параметров для постоянных резисторов, учитывают и характеристику изменения сопротивления от угла поворота его оси. Выбор резистора с соответствующей характеристикой определяют его схемным назначением. Например, для получения равномерного регулирования громкости в усилителях ЗЧ выбирают переменный резистор с зависимостью изменения сопротивления (группы В).

Взамен вышедших из строя резисторов типа ВС-0,25а, ВС-0,5а, ВС-1 и ВС-2 можно использовать резисторы типа МЛТ с соответствующей мощностью рассеивания, имеющие меньшие габариты и лучшую влагоустойчивость.

4.8. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПАРАМЕТРЫ И МАРКИРОВКА КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсатор представляет собой радиоэлемент, состоящий из двух металлических пластин (обкладок), разделенных диэлектриком, способный накапливать электрические заряды на обкладках, если к ним приложена разность потенциалов. В качестве диэлектрика применяют бумагу, слюду, стеклоэмаль, керамику, воздух и др.

Конденсаторы применяют в схемах для разделения переменной и постоянной составляющих тока и сглаживания пульсаций напряжений выпрямителей. В сочетании с катушками индуктивности они образуют резонансные контуры, широко используемые в БРЭА.

В зависимости от назначения конденсаторы подразделяются на *контурные, разделительные, блокировочные, фильтровые* и *подстроечные*. По характеру изменения емкости и в зависимости от конструкции они делятся на три группы: *постоянной емкости, полупеременные* (подстроечные) и *переменной емкости*. Конденсаторы постоянной емкости в зависимости от конструкции, параметров и назначения в свою очередь подразделяются на две группы: *низкочастотные* (бумажные, металлобумажные и электролитические) и *высокочастотные* (слюдяные, стеклоэмалевые, керамические, пленочные и металлопленочные).

Конденсаторы независимо от группы и вида характеризуются параметрами: номинальным значением и допустимым отклонением емкости, рабочим напряжением и электрической прочностью, температурным коэффициентом емкости, допустимой реактивной мощностью и тангенсом угла потерь.

Номинальное значение емкости конденсатора зависит от геометрических размеров пластин и вида диэлектрика. При изменениях температуры и влажности окружающей среды в процессе эксплуатации изменяются диэлектрические свойства материала и, следовательно, емкость.

Единицей электрической емкости является фарад (Ф). Емкость конденсаторов измеряется в микрофарадах (мкФ), нанофарадах (нФ) или пикофарадах (пФ): 1 мкФ $= 10^{-6}$ Ф; 1 нФ $= 10^{-9}$ Ф; 1 пФ $= 10^{-12}$ Ф.

Конденсаторы постоянной емкости изготовляются с номинальными значениями емкости от 1 пФ до десятков тысяч микрофарад, и эти значения указываются на конденсаторах.

На подстроечных конденсаторах и конденсаторах переменной емкости могут быть указаны минимальная и максимальная емкости или только максимальная.

Допустимое отклонение емкости конденсатора показывает отклонение в процентах от номинального значения. Конденсаторы широкого применения выпускаются с допустимым отклонением ± 5 %, ± 10 и ± 20 %, отдельные типы — с допустимым отклонением емкости от номинального значения ± 2 % и менее. У некоторых электролитических конденсаторов допустимое отклонение составляет 50 % и более. Конденсаторы с небольшим допустимым отклонением емкости от номинального значения применяются в каскадах радиочастоты, где требуется повышенная точность настройки контуров, с большим допуском — в блокировочных и развязывающих цепях.

Электрическая прочность — это способность конденсатора выдерживать приложенное к нему напряжение без пробоя диэлектрика. Она характеризуется значениями рабочего и испытательного напряжений, которые определяются свойствами и толщиной диэлектрика. Для большинства типов конденсаторов указывается рабочее напряжение постоянного тока, которое может быть от единиц вольт до десятков киловольт. При включении конденсаторов в цепь переменного тока необходимо учитывать, что амплитудное напряжение не должно превышать номинальное.

Температурным коэффициентом емкости (ТКЕ) называется относительное изменение емкости конденсатора при изменении температуры на 1 °С. В зависимости от вида конденсатора ТКЕ может быть положительным или отрицательным. Положительный ТКЕ соответствует увеличению емкости при нагревании, отрицательный — уменьшению. Значения ТКЕ выражаются в миллионных долях изменения емкости, отнесенных к 1 °С. Для большинства типов кон-

денсаторов они находятся в пределах от 10^8 до 10^{12} 1/град. В зависимости от значения ТКЕ конденсаторы постоянной емкости делят на группы. У слюдяных конденсаторов группа обозначается соответствующей буквой на корпусе, у керамических — каждой группе соответствует определенный цвет корпуса или цветная отметка. Кроме того, для обозначения ТКЕ используются буквы, указывающие знак ТКЕ (М — минус, П — плюс, МП — близок к нулю), и цифры, указывающие значение ТКЕ в миллионных долях. Для конденсаторов других типов ТКЕ не регламентируется. Низкочастотные керамические конденсаторы маркируются буквой Н.

Конденсаторы с малым положительным ТКЕ являются термостабильными и применяются в колебательных контурах с высокой стабильностью частоты. Керамические конденсаторы с отрицательным ТКЕ являются термокомпенсирующими и применяются для компенсации изменения емкости конденсаторов колебательных контуров.

Допустимая реактивная мощность конденсатора — это наибольшая колебательная мощность, которая может быть приложена к конденсатору без разрушения его изоляции. Реактивную мощность конденсаторов учитывают в случае применения их в радиочастотных цепях и колебательных системах.

Тангенсом угла потерь ($\operatorname{tg} \delta$) называется отношение мощности потерь к реактивной мощности, запасаемой конденсатором при работе. Когда через конденсатор проходит переменный ток, то напряжение и ток оказываются сдвинутыми по фазе, но меньше, чем на 90° (фазовый угол φ). Угол, дополняющий фазовый до 90°, называется углом потерь δ. В идеальном конденсаторе, не имеющем диэлектрических потерь, $\delta = 0$.

Маркировка и типовые обозначения конденсаторов характеризуют их основные свойства и особенности. Буквы, обозначающие тип конденсатора, указывают:

материал диэлектриков (Б — бумажный, МБ — металлобумажный, П — пленочный, МП — металлопленочный, С — слюдяной, К — керамический, Э — электролитический);

вид защиты (О — опрессованный или открытый, Г — герметизированный);

конструктивную особенность (Т — трубчатый, Д — дисковый, П — пластинчатый или плоский; Б — бочоночный, Г — горшкообразный, Ц — цилиндрический);

особые свойства (Т — теплостойкий, В — высоковольтный, М — малогабаритный, Ч — частотный, У — ультракоротковолновый). Например, СГМ — конденсатор слюдяной герметизированный малогабаритный; ПОВ — пленочный открытый высоковольтный.

Для вновь разрабатываемых конденсаторов в зависимости от их группы и свойств в соответствии с ГОСТ 13453—68 введена система обозначений, состоящая из следующих элементов.

Первый элемент — буквы, означающие: К — конденсаторы постоянной емкости; КП — конденсаторы переменной емкости; КТ — конденсаторы подстроечные; КС — конденсатные сборки.

Второй элемент — числа, обозначающие материал диэлектрика и группу по рабочему напряжению: 10 — керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В; 15 — керамические на номинальное напряжение 1600 В и выше; 20 — кварцевые; 21 — стеклянные; 22 — стеклокерамические; 23 — стеклоэмалевые; 31 — слюдяные; 40 — бумажные с обкладками из фольги на номинальное напряжение ниже 2 кВ; 41 — бумажные с обкладками из фольги на номинальное напряжение выше 2 кВ; 42 — металлобумажные; 50 — электролитические алюминиевые; 51 — электролитические танталовые фольговые; 52 — электролитические танталовые объемнопористые; 53 — электролитические оксиднополупроводниковые; 54 — оксиднометаллические; 60 — воздушные; 61 — вакуумные; 70 — полистирольные с фольговыми обкладками; 71 — полистирольные с металлизированными обкладками; 72 — фторопластовые; 73 — полиэтилентерефталатные; 75 — комбинированные; 76 — лакопленочные; 77 — поликарбонатные; 78 — полипропиленовые.

Третий элемент — буквы, обозначающие режим работы: П — в цепях постоянного и переменного токов; Ч — в цепях переменного тока; У — в цепях постоянного и переменного токов в импульсных режимах (универсальный); И — в импульсных режимах; отсутствие буквы после числа указывает, что конденсатор может работать только в цепях постоянного и пульсирующего токов.

Четвертый элемент — цифры, указывающие порядковый номер исполнения (модель).

Для конденсаторов переменной емкости и подстроечных цифра, следующая за буквами, указывает вид диэлектрика: 1 — вакуумный; 2 — воздушный; 3 — газообразный; 4 — твердый. Например, КТ4-10 — подстроечный конденсатор с твердым диэлектриком, порядковый номер 10; К40П-2 — конденсатор бумажный с фольговыми обкладками, может быть использован в цепях постоянного и переменного токов, порядковый номер 2.

На корпусах конденсаторов обычно указываются их основные характеристики: тип, номинальное значение емкости, допустимое отклонение емкости от номинального значения, номинальное рабочее напряжение. В соответствии с ГОСТ 11076—69 введены сокращенные (кодированные) обозначения емкости конденсаторов и допустимых отклонений (см. прил. 1) Сокращенные обозначения емкости конденсаторов читаются таким же образом, как и обозначения сопротивлений резисторов, описанные в § 4.1.

4.9. НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

К группе низкочастотных конденсаторов постоянной емкости относятся бумажные, металлобумажные, электролитические, а также некоторые пленочные конденсаторы (рис. 4.8). Перечисленные виды конденсаторов обладают большой емкостью и используются в качестве блокировочных, разделительных и фильтрующих элементов в цепях постоянного, переменного и пульсирующего токов.

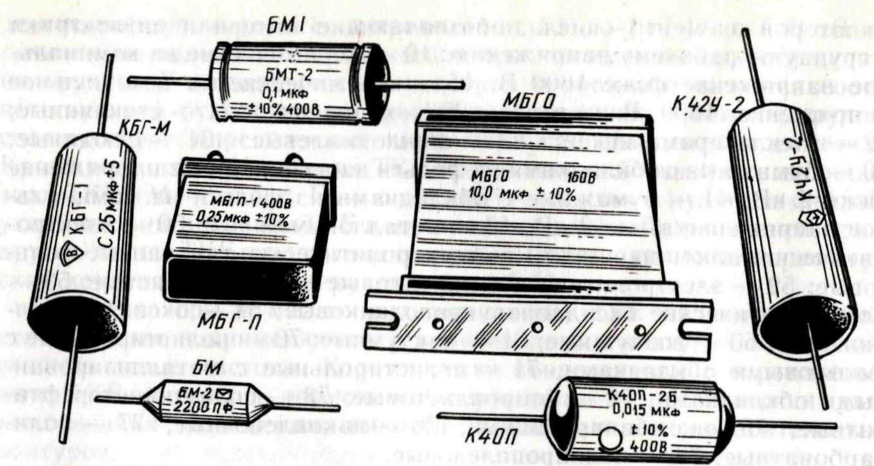


Рис. 4.8. Внешний вид низкочастотных конденсаторов постоянной емкости

Бумажные конденсаторы. В качестве обкладок у таких конденсаторов применяется лента из алюминиевой фольги толщиной менее 10 мкм, а диэлектриком служит лента из конденсаторной бумаги толщиной 5—10 мкм. Число бумажных лент, как правило, берется не менее двух. Это объясняется тем, что в конденсаторной бумаге могут быть сквозные отверстия, что может явиться причиной короткого замыкания между обкладками конденсатора. Толщина бумажных лент и количество слоев зависят от рабочего напряжения конденсатора. Для увеличения электрической прочности бумажные ленты пропитываются воскообразными изолирующими веществами.

Обкладки и бумажные ленты свертывают в рулон и заключают в корпус из картона, керамики или металла. Выводы обкладок изготовляют из тонкой медной луженой или посеребренной проволоки. Выводы присоединяются к фольговым обкладкам путем сварки.

Бумажные конденсаторы выпускают в разнообразном конструктивном оформлении и с различными номинальными значениями емкости. По конструктивному исполнению они делятся на две основные группы. К первой относятся конденсаторы цилиндрической формы, ко второй — конденсаторы прямоугольной формы. В БРЭА широкое распространение получили бумажные конденсаторы марок КБГ-И (бумажный герметизированный в корпусе из керамики или стекла); БМТ (бумажный малогабаритный теплостойкий); БМ (бумажный малогабаритный); К40П (малогабаритный бумажный, опрессованный пластмассой). Конденсаторы К40-13 более современной разработки выпускаются с номинальной емкостью от 0,01 до 1,0 мкФ и номинальным напряжением 200, 400 и 600 В. Они могут заменить конденсаторы марок БМ, БМТ, К40П-1.

Металлобумажные конденсаторы. Такое название они получили потому, что в качестве обкладок применен тонкий слой металла, нанесенный путем напыления на бумажную ленту, пропитанную изоляционным составом. Эти конденсаторы имеют значительно

меньшие габариты по сравнению с идентичными по емкости и рабочему напряжению бумажными конденсаторами. Отличительной эксплуатационной особенностью металлобумажных конденсаторов является способность самовосстанавливаться после пробоя. При электрическом пробое в отдельных точках обкладок слой металла расплавляется и частично испаряется без нарушения изоляции между обкладками. Недостатком металлобумажных конденсаторов являются значительно меньшее сопротивление изоляции и несколько бóльшие потери, чем у бумажных конденсаторов.

В БРЭА широко используются следующие марки металлобумажных конденсаторов: МБГ — металлобумажные герметизированные; МБГО — металлобумажные герметизированные с однослойным диэлектриком; МБМ — металлобумажные малогабаритные; К42У-2 — металлобумажные малогабаритные герметизированные (предназначены для замены конденсаторов марок МБМ). Конденсаторы выпускаются с номинальной емкостью от 0,005 до 1,0 мкф и номинальным напряжением 160 В; 250; 500; 750; 1000; 1500 В.

Пленочные конденсаторы. По конструкции и технологии изготовления эти конденсаторы аналогичны бумажным и металлобумажным. В качестве диэлектрика в них применяется органическая пленка толщиной 5—20 мкм из полистирола, фторопласта или лавсана. Для обкладок используют алюминиевую фольгу. Обкладки с диэлектриком свертываются в рулон. Расплющенные концы выводов из тонкой проволоки закладываются между диэлектриком и обкладками.

Конденсаторы пленочные малогабаритные ПМ, ПМ-1, ПМ-2 выпускаются с номинальной емкостью от 100 пФ до 0,01 мкФ и номинальным рабочим напряжением до 60 В. Конденсаторы К71-4 обладают большой номинальной емкостью от 0,01 до 10,0 мкФ и номинальным напряжением 160, 250 В; К71-5 имеют меньшие габариты и предназначены для установки на печатных платах, их номинальная емкость бывает от 0,01 до 1,0 мкФ, а номинальное рабочее напряжение 160 В; К72-9 являются термостойкими конденсаторами, они выпускаются с номинальной емкостью от 0,01 до 2,2 мкФ и номинальным рабочим напряжением 200, 300 и 500 В; К73П-3 имеют прямоугольную форму, малые габариты и предназначены для установки на печатные платы, их номинальная емкость бывает в пределах от 0,05 до 1,0 мкФ и номинальное рабочее напряжение 160 В; К73-16 (уплотненные полиэтилентерефталатные) имеют номинальную емкость от 0,1 до 22 мкФ и номинальное рабочее напряжение от 63 до 1600 В.

Электролитические конденсаторы (рис. 4.9) обладают большой удельной емкостью (десятки и сотни микрофарад) при сравнительно небольших габаритах. Однако для этого типа конденсаторов характерен ряд недостатков: нестабильность параметров; большой ток утечки, который при нагреве конденсатора может достигать значительной величины и вывести его из строя; сильная зависимость значения емкости от температуры; сравнительно небольшой срок службы. Они используются в цепях с пульсирующим током для отфильтровывания переменных напряжений.

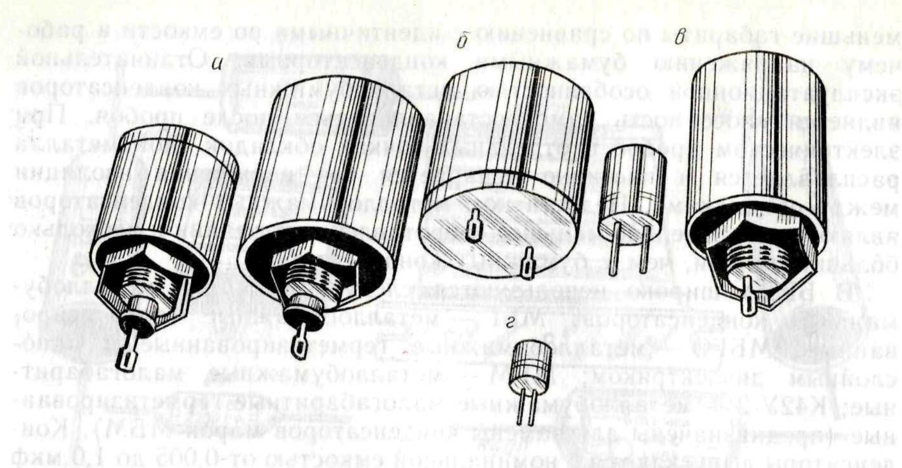


Рис. 4.9. Внешний вид электролитических конденсаторов:
а — К50-3; *б* К50-6; *в* — К50-7; *г* — К50-16

Электролитические конденсаторы имеют рулонную конструкцию. Они состоят из двух лент фольги (оксидированной и неоксидированной), между которыми помещена бумага или ткань, пропитанная электролитом (концентрированными растворами кислот или щелочей). Эти конденсаторы имеют полярность: положительным электродом является вывод из оксидированной фольги, а отрицательным вывод из неоксидированной фольги. При включении их в электрическую цепь положительный полюс источника питания всегда должен подключаться к положительному выводу конденсатора. Выпускаются и неполярные типы электролитических конденсаторов. В БРЭА они используются очень редко.

В зависимости от температурных условий эксплуатации электролитические конденсаторы разделяются на четыре группы: Н — неморозоустойчивые (—10— +60 °С), М — морозоустойчивые (—40— +60 °С), ПМ — повышенно морозоустойчивые (—50— +60 °С) и ОМ — особо морозоустойчивые (— 60 — +60 °С).

В БРЭА широко применяются электролитические конденсаторы марок К50-3, К50-6, К50-7, К50-12 и др. Конденсаторы К50-3 имеют номинальную емкость от 1 до 5000 мкФ и номинальное напряжение постоянного тока от 6 до 450 В. Модернизированным вариантом ранее выпускавшихся конденсаторов К50-3 являются конденсаторы К50-12, имеющие меньшие габаритные размеры. Их номинальная емкость может быть от 1 до 5000 мкФ при номинальных напряжениях от 12 до 350 В, а в зависимости от размеров и номиналов они выпускаются с осевыми разнонаправленными и однонаправленными выводами. Конденсаторы К50-6 изготовляют с номинальной емкостью от 1 до 1000 мкФ, номинальным напряжением постоянного тока от 6 до 160 В и допустимым отклонением от —20 до +80 %. Конденсаторы К50-7 малогабаритные выполняют односекционными и многосекционными (несколько конденсаторов в одном кор-

пусе) с номинальной емкостью от 5 до 200 мкФ и номинальным напряжением до 450 В. Конденсаторы К50-15 имеют удлиненную цилиндрическую форму и обладают повышенной надежностью; стойкостью к механическим нагрузкам, температуростойкостью и стабильностью электрических параметров. Их выпускают с номинальной емкостью 2,2—680 мкФ, допустимым отклонением емкости от —20 до +50 %, номинальным рабочим напряжением от 6,3 до 250 В. Конденсаторы К50-29 имеют широкий диапазон номинальных емкостей (1—4700 мкФ) и рабочих напряжений (6,3—450 В).

4.10. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

К высокочастотным конденсаторам постоянной емкости относятся слюдяные, керамические, стеклокерамические и стеклянные (рис. 4.10). Их применяют в генераторах, усилителях радио- и промежуточной частот. Они обладают высокой стабильностью, малыми допустимыми отклонениями номинальной емкости (±2 %), достаточной температуростойкостью, малыми габаритами и массой. Номинальная емкость высокочастотных конденсаторов бывает от единиц до сотен пикофарад, а предельная емкость некоторых из них может быть до 1 мкФ. Наиболее точные и стабильные конденсаторы используют как контурные, а остальные — как разделительные, фильтровые и термокомпенсирующие.

Слюдяные конденсаторы. В конденсаторах этого типа диэлектриком служит слюда. Для обкладок применяют алюминиевую, свинцовую или медную фольгу. В слюдяных конденсаторах повышенной стабильности обкладки выполняют нанесением на слюдяные пластинки слоя серебра методом вжигания или вакуумного распыления.

Слюдяные конденсаторы имеют пакетную конструкцию. Пакеты собирают из чередующихся пластинок слюды и напыленных металлизированных обкладок, соединяемых по торцам пакета в общий контакт полосками из фольги, к которым припаивают выводы в виде проволоки или лент. Пакеты пропитывают церезином и опрессовывают термореактивной пластмассой, которая защищает конденсатор от механических воздействий и влаги.

В БРЭА широко применяются слюдяные конденсаторы марок КСО (слюдяные опрессованные), имеющие номинальную емкость от 51 до 30 000 пФ и номинальное рабочее напряжение от 250 до 2500 В; КСОТ (слюдяные опрессованные теплостойкие) и К31У-3Е, имеющие номинальную емкость от 52 пФ до 0,01 мкФ и номинальное рабочее напряжение от 250 до 1000 В. В слюдяных конденсаторах выводы выполняют проволочными, ленточными или резьбовыми. В зависимости от значения ТКЕ они имеют четыре группы стабильности, обозначаемые на корпусе буквами А, Б, В и Г. Конденсаторы СГМ (слюдяные герметизированные малогабаритные) изготовляются с номинальной емкостью от 51 до 10 000 пФ и номинальным напряжением от 250 до 1500 В. Они бывают четырех видов в зависимости от размеров: СГМ-1, СГМ-2, СГМ-3 и СГМ-4.

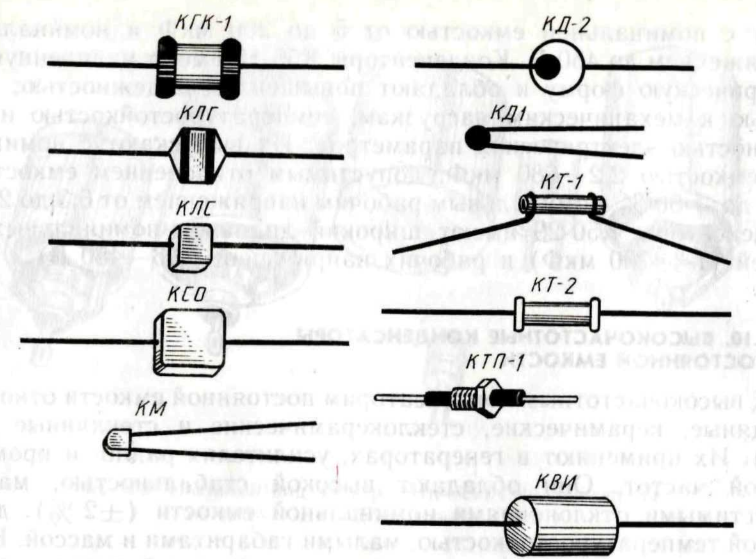


Рис. 4.10. Внешний вид высокочастотных конденсаторов постоянной емкости

Керамические конденсаторы. Диэлектриком керамических конденсаторов являются пластины, диски или трубки из керамики, на которые методом вжигания наносится тонкий слой серебра. Свойства керамики позволяют использовать керамические конденсаторы для работы в радиочастотных цепях в качестве контурных, разделительных и блокировочных, а также для работы в цепях звуковой частоты. Керамические конденсаторы в зависимости от их свойств и назначения подразделяются на высокочастотные (тип I) и низкочастотные (тип II).

Конденсаторы типа I обладают высокой стабильностью параметров в процессе эксплуатации и при хранении. По степени температурной стабильности емкости эти конденсаторы разделяют на три подгруппы, определяющие их назначение: 1) подгруппа высокой стабильности: П100, П33, МП0, М33, М47, М75; 2) подгруппа контурных термокомпенсирующих конденсаторов: М150, М220, М330, М470, М750; 3) подгруппа конденсаторов, имеющих повышенную емкость, которая значительно зависит от температуры: М1500, М2200.

Конденсаторы типа II по сравнению с конденсаторами типа I имеют гораздо бо́льшие номинальные емкости, однако обладают существенными потерями энергии и меньшим сопротивлением изоляции. Для конденсаторов типа II характерна нелинейная зависимость емкости от температуры. Например, у конденсаторов групп по ТКЕ от Н20 до Н90 допустимые изменения емкости в интервале рабочих температур составляют от ±20 до ±90 %.

В зависимости от конструкции керамические конденсаторы бывают двух видов: КД (керамические дисковые) и КТ (керамические трубчатые). Конденсаторы КД имеют номинальную емкость от 1 до 6800 пФ и номинальное напряжение 400 и 500 В, а конденсаторы КТ соответственно от 1 до 10 000 пФ и от 80 до 750 В.

Рассмотрим наиболее употребительные марки керамических конденсаторов.

Дисковые конденсаторы КДУ имеют короткие утолщенные ленточные выводы, а *конденсаторы КДО* — металлический фланец с резьбовой втулкой, на котором закреплен диск диэлектрика. Номинальная емкость этих конденсаторов находится в пределах 3,3—15 000 пФ, а номинальное рабочее напряжение 160—750 В.

Конденсаторы КЛС (керамические литые секционированные) и *КЛГ* (керамические литые герметизированные) изготовляют литьем горячей керамики с минимальной толщиной стенок 100 мкм. Их номинальная емкость составляет от 18 до 30 000 пФ и номинальное рабочее напряжение от 70 до 250 В.

Керамические конденсаторы К10-7 в зависимости от номинального рабочего напряжения выпускаются двух вариантов: К10-7А (до 250 В) и К10-7В (до 25 В). Их номинальные емкости могут быть от 22 пФ до 0,047 мкФ. Эти конденсаторы широко используются в БРЭА на полупроводниковых приборах и в качестве компонентов гибридных микросхем.

Конденсаторы КТП (проходные) и *КО* (опорные) используются в качестве фильтровых в цепях радиочастоты. Их номинальная емкость составляет 3,3—15 000 пФ и номинальное рабочее напряжение 160—750 В.

Конденсаторы КМ-6 (керамические малогабаритные пакетные) имеют номинальную емкость от 120 до 2,2 мкФ и номинальное рабочее напряжение от 25 до 50 В. Применяют их как разделительные и фильтровые в портативной радиоэлектронной аппаратуре.

Конденсаторы марок КВИ (керамические высоковольтные импульсные) используются в электрических цепях с напряжением от 5 до 15 кВ, в частности в высоковольтных выпрямителях телевизоров.

Стеклокерамические конденсаторы К22-5 используются в резонансных контурах для емкостной связи и как шунтирующие по радиочастоте. Они выпускаются с номинальной емкостью от 75 пФ до 0,047 мкФ и номинальным рабочим напряжением 25 В.

Стеклянные конденсаторы К21-7 применяются в радиочастотных и импульсных цепях. Их номинальная емкость находится в пределах 120—3900 пФ, а рабочее напряжение составляет 50 В. Вследствие того что эти конденсаторы имеют прямоугольную форму и малые размеры, они предназначены для установки на печатные платы.

4.11. ПОДСТРОЕЧНЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Подстроечные конденсаторы (рис. 4.11) применяются для точной подстройки емкостей колебательных контуров. Обычно эти конденсаторы включаются параллельно основным контурным конденсаторам большой емкости. Конструктивно они состоят из двух керамических элементов: неподвижного основания (статора) и подвиж-

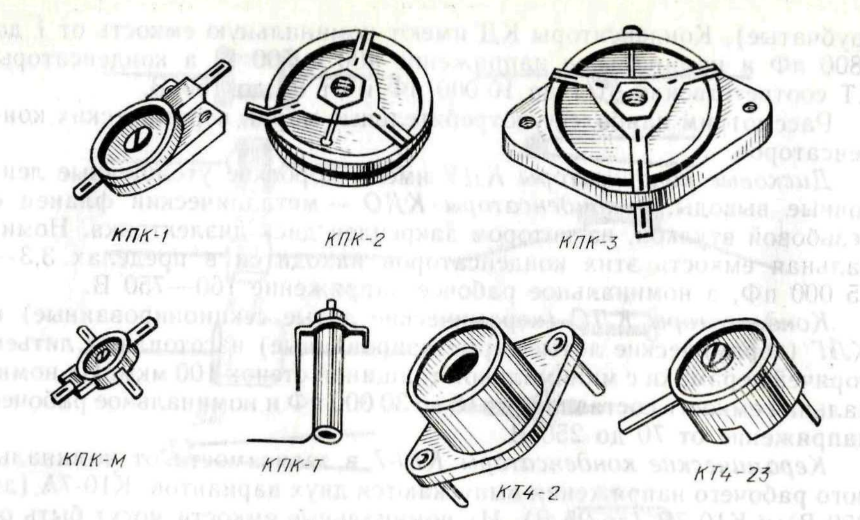


Рис. 4.11. Подстроечные конденсаторы

ного диска (ротора). На ротор и статор методом вжигания нанесены тончайшие серебряные обкладки в виде секторов. Диэлектриком между обкладками служит керамический материал ротора. Ротор жестко закреплен на оси. При вращении ротора изменяется взаимное положение обкладок статора и ротора, что приводит к изменению емкости конденсатора. Когда сектор или капля припоя на роторе расположены против вывода на статоре, то емкость будет максимальной, а при повороте на 180° относительно указанного положения — минимальной.

В БРЭА применяют подстроечные конденсаторы различного конструктивного исполнения. Конденсаторы КПК (подстроечные керамические) имеют номинальное рабочее напряжение до 500 В; КПК-М (подстроечные керамические малогабаритные) предназначаются для работы при номинальном напряжении до 350 В. Они изготовляются в двух вариантах: Н — для навесного монтажа; П — для печатного монтажа. У последних минимальная емкость составляет 4 пФ, а максимальная — 15 пФ. Конденсаторы КПК-Т (подстроечные керамические трубчатые) предназначены для работы в цепях с номинальным рабочим напряжением до 500 В.

К дисковым конденсаторам общего применения относятся и конденсаторы КТ4-2, КТ4-20, КТ4-22 и др. Микроконденсаторами являются микромодульные ММКТ, конденсаторы для электронных часов КТ4-24, а также КТ-27, КТ4-28, предназначенные для работы в радиоэлектронных устройствах с интегральными микросхемами.

Конденсаторы КПВМ (подстроечные воздушные малогабаритные) не имеют корпуса. Статор установлен на пластмассовой плате. Ротор фиксируется стопорной стойкой. Диапазон изменения емкости составляет 1,5—5 пФ (минимальный) и 3—50 пФ (максимальный) при номинальном рабочем напряжении соответственно 350 и 650 В.

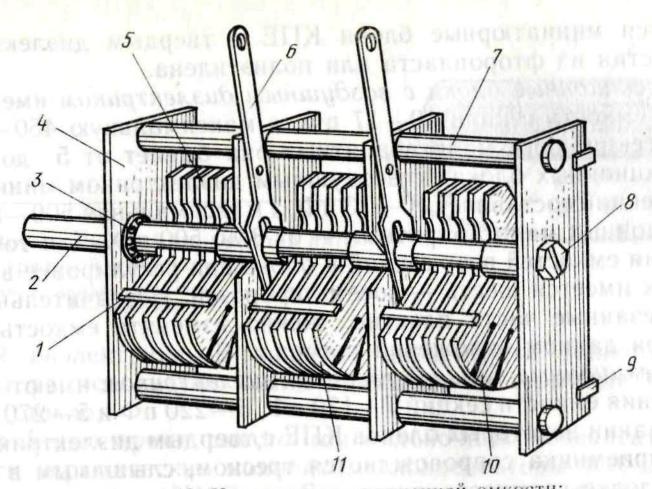


Рис. 4.12. Конденсатор переменной емкости:

1 — гребенка ротора; *2* — ось; *3* — насыпной шариковый подшипник; *4* — корпус; *5* — пластинка статора; *6* — токосъемник; *7* — валик крепления; *8* — подпятник; *9* — планка крепления; *10, 11* — разрезная и неразрезная пластины ротора

Конденсаторы переменной емкости (КПЕ) применяются в радиоприемных устройствах для плавной настройки колебательных контуров в диапазонах длинных, средних, коротких и ультракоротких волн.

Конструкция КПЕ (рис. 4.12) представляет собой две системы параллельных пластин, из которых одна (ротор) может поворотом оси менять взаимное положение относительно пластин другой системы (статора). При вращении роторных пластин происходит изменение емкости конденсатора. Когда пластины ротора полностью введены между пластин статора, емкость максимальная, а при полностью выведенных пластинах ротора — минимальная. Ротор и статор устанавливаются в корпусе.

В зависимости от характера изменения емкости с поворотом оси ротора на угол 1° различают следующие виды конденсаторов: *прямоемкостный* — с линейной зависимостью между углом поворота и емкостью; *прямоволновый* — с линейной зависимостью между углом поворота и резонансной длиной волны; *прямочастотный* — с линейной зависимостью между углом поворота ротора и резонансной частотой; *логарифмический* (средневолновый) — с постоянным по всей шкале изменением емкости, приходящейся на 1° угла поворота ротора.

В радиоприемных устройствах применяются средневолновые КПЕ, обеспечивающие более равномерное расположение радиостанций на шкале. Они выпускаются в виде двух- или трехсекционных блоков.

В стационарных и переносных моделях радиоприемных устройств высокой группы сложности применяются блоки КПЕ с воздушным диэлектриком. В переносной малогабаритной радиоаппаратуре ис-

пользуются миниатюрные блоки КПЕ с твердым диэлектриком в виде пластин из фторопласта или полиэтилена.

Двухсекционные блоки с воздушным диэлектриком имеют минимальную емкость секции 10—17 пФ, а максимальную 450—540 пФ, а у двухсекционных малогабаритных она бывает от 5 до 475 пФ. В трехсекционных блоках с воздушным диэлектриком минимальная емкость секций составляет 10—13 пФ, а максимальная 500—540 пФ, у трехсекционных малогабаритных — от 3 до 500 пФ. Для точного согласования емкостей всех секций в блоке при регулировке в крайних пластинах имеется шесть — восемь прорезей. Незначительно подгибая разрезанные части пластин, можно изменять емкость каждой секции при данном положении ротора.

Двухсекционные блоки с твердым диэлектриком имеют предельные значения емкости секций 7—170 пФ, 5—220 пФ и 5—270 пФ. При использовании некоторых блоков КПЕ с твердым диэлектриком перестройка приемника сопровождается треском, слышимым в динамической головке громкоговорителя. Для устранения этого явления в КПЕ типа КП4-4, КП4-5 на пластины статора наклеивают полиэтиленовую пленку, что существенно улучшает работу радиоприемника. У блоков типов КПЕ-3, КПЕ-5, КПТМ-4 на верхней крышке корпуса имеется по четыре подстроечных конденсатора емкостью от 1—3 пФ до 8—12 пФ, которые и используются во входных и гетеродинных контурах диапазонов ДВ и СВ. Некторые модификации блоков КПЕ-3 и КПЕ-5 снабжены встроенными в основание блока шариковыми верньерами, замедляющими вращение пластин ротора относительно внешней оси блоков в 2,5—3 раза, что позволяет укреплять ручку настройки радиоприемника непосредственно на оси блока.

4.12. КОНДЕНСАТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Конденсаторы интегральных микросхем изготовляют в едином технологическом процессе создания ИМС двух видов: объемные и тонкопленочные.

Объемные конденсаторы образуются на основе барьерной емкости *p—n*-перехода, к которому подключено обратное внешнее напряжение. Емкость таких конденсаторов составляет 20—200 пФ. Они имеют низкую температурную стабильность емкости и значительный разброс параметров (до ±30 %).

Тонкопленочные конденсаторы используются в гибридных ИМС. Они имеют более высокие характеристики. Диапазон емкостей у них составляет от единиц до десятков тысяч пикофарад, технологический разброс параметров ±10 %. Конструктивно тонкопленочные конденсаторы (рис. 4.13) состоят из диэлектрика и двух тонкопленочных обкладок, нанесенных на него напылением токопроводящего слоя из алюминия. По сравнению с другими металлами (например, с золотом) алюминий обладает относительно низкой подвижностью атомов, а это ограничивает число коротких замыканий между обкладками, возникающих при диффузии металла через тон-

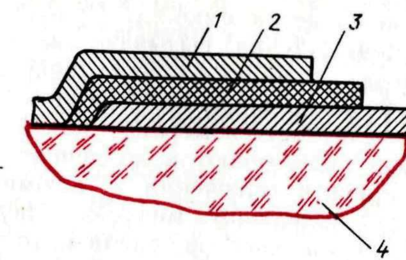


Рис. 4.13. Тонкопленочный конденсатор интегральной микросхемы:
1, 3 — верхняя и нижняя обкладки; *2* — диэлектрик; *4* — подложка

кий слой диэлектрика. В качестве диэлектрика тонкопленочного конденсатора используют оксид кремния или германия и халькогенидное стекло.

В настоящее время вместо тонкопленочных конденсаторов выпускаются керамические монолитные конденсаторы К10-9, К10-17, предназначенные для ИМС и конденсаторных микросборок. Электролитические оксиднополупроводниковые конденсаторы К53-15, К53-16; К53-18 при установке в микросборки занимают одинаковую или даже меньшую площадь, чем тонкопленочные. Промышленность выпускает также конденсаторные сборки марок Б18 и Б18А.

4.13. ПРОВЕРКА, РЕМОНТ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ КОНДЕНСАТОРОВ

Для конденсаторов постоянной емкости характерны такие неисправности, как *пробой диэлектрика, увеличение тока утечки из-за ухудшения изоляции, изменение номинального значения емкости и обрыв выводов.* Определить неисправность конденсатора по внешнему виду очень трудно. Сопротивление исправных конденсаторов (за исключением электролитических) составляет десятки и сотни мегаом. Измерить его у конденсаторов емкостью до 0,05 мкФ с помощью омметра практически невозможно.

Для проверки на пробой диэлектрика необходимо отпаять хотя бы один из выводов проверяемого конденсатора. Если при подключении омметра к выводам неэлектролитического конденсатора емкостью менее 0,05 мкФ стрелка прибора отклонится, значит произошел пробой диэлектрика. Если проверяемый конденсатор имеет емкость более 0,05 мкФ, то при подключении омметра стрелка прибора после небольшого толчка (зарядка конденсатора от батарей омметра) должна вновь вернуться в положение, помеченное на шкале прибора знаком «Бесконечность». В противном случае это указывает на то, что ухудшилась изоляция диэлектрика. Конденсаторы с указанным дефектом необходимо заменить исправными. Следует отметить, что проверка исправности неэлектролитических конденсаторов большой емкости при помощи омметра не всегда бывает достаточной, так как при внутреннем обрыве выводов стрелка прибора будет оставаться на месте.

У электролитических конденсаторов, кроме вышеперечисленных дефектов, происходит *высыхание электролита* и вследствие этого

3 Зак. 1895

уменьшается емкость. Пробой или снижение сопротивления изоляции (утечка) вызывают сильный нагрев такого конденсатора. Проверку его на пробой или утечку производят омметром. При этом переключатель шкал омметра устанавливают в положение ×1000, соответствующее измерению наибольших значений сопротивлений. Прибор подключают к конденсатору параллельно с соблюдением полярности включения. К алюминиевому корпусу конденсатора следует подключить минусовый щуп прибора, а к выводу — плюсовый. Если конденсатор исправен, то стрелка прибора должна резко отклониться в сторону нулевого показания (зарядка), а затем возвратиться в положение, соответствующее большему сопротивлению. Если стрелка прибора перемещается до значения 50—100 кОм, это указывает на пониженное сопротивление изоляции. Отсутствие показаний прибора при зарядке-разрядке конденсатора свидетельствует о наличии обрыва. Проверку обрыва или уменьшения емкости можно также производить путем параллельного подключения в схему проверяемого конденсатора заведомо исправного конденсатора такой же емкости и с таким же рабочим напряжением. Если работоспособность радиоаппарата восстановится, то проверяемый конденсатор неисправен и его следует заменить.

Неисправность конденсаторов переменной емкости с воздушным диэлектриком заключается в *замыкании между роторными и статорными пластинами.* При работе радиоприемника такой дефект выражается в виде шорохов, треска или пропадания приема радиостанций в некоторых точках шкалы. В этом случае вращением ротора КПЕ необходимо обнаружить предполагаемое место замыкания и попытаться с помощью плоской пластины толщиной 0,2—0,5 мм устранить замыкание. Если это не удается, следует вынуть КПЕ из корпуса радиоприемника и произвести ремонт.

Место замыкания пластин определяют омметром или электрической лампочкой. При проверке замыканий омметром один щуп прибора присоединяют к роторным пластинам, а другой — к статорным. Затем медленно вращают ротор КПЕ и наблюдают за стрелкой прибора. Отклонение стрелки свидетельствует о касании пластин ротора и статора. Это касание может быть в нескольких местах, поэтому проверку необходимо производить при повороте ротора от упора до упора.

При проверке замыканий пластин электрической лампой КПЕ включается последовательно с лампой небольшой мощности в электрическую цепь напряжением 36 В. Поворачивая ротор, по свечению лампы и искрению между пластинами КПЕ можно легко обнаружить место замыкания. Затем отключают сеть и устраняют замыкание с помощью плоской пластины. Отремонтированный КПЕ должен быть установлен на резиновые амортизаторы, чтобы исключить появление «микрофонного эффекта» (паразитной акустической связи).

В процессе ремонта БРЭА часто приходится заменять один тип конденсатора другим. В таких случаях следует руководствоваться условиями работы и назначением заменяемого конденсатора в том или ином каскаде. Так, например, можно заменить бумажный конденсатор в УЗЧ слюдяным такого же номинала. В развязывающих фильтрах, блокирующих цепях можно производить замену другими конденсаторами емкостью в 2—3 раза большей, если позволяют габариты. При замене конденсаторов в колебательных контурах обязательно нужно учитывать не только значения номинальной емкости и допустимого отклонения, но и ТКЕ.

При отсутствии конденсатора соответствующей емкости можно произвести замену двумя (или несколькими) последовательно или параллельно соединенными конденсаторами. При последовательном соединении общая емкость конденсаторов будет меньше емкости самого малого из них и может быть подсчитана по формуле

$$C_{\text{посл}} = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}.$$

При параллельном соединении емкости конденсаторов складываются:

$$C_{\text{парал}} = C1 + C2.$$

В обоих случаях рабочие напряжения конденсаторов должны быть не ниже максимального действующего напряжения в данной цепи.

При ремонте радиоприемников иногда возникает необходимость в замене блока КПЕ одного типа блоком другого типа. В этом случае прежде всего нужно выяснить, позволяют ли такую замену габаритные размеры конденсатора. Кроме того, нужно подобрать КПЕ по диапазону изменения емкости (минимальная и максимальная), так как при значительной разнице этих емкостей КПЕ не обеспечит перекрытия диапазона частот. При этом отклонение минимальных емкостей КПЕ от обозначенных на схеме не имеет существенного значения, так как начальную емкость контуров подгоняют подстроечными конденсаторами. Необходимо также учесть, что некоторые блоки КПЕ с твердыми диэлектриками, применяемые в малогабаритных радиоприемниках, имеют вмонтированные в них четыре подстроечных конденсатора. Например, если заменить блок КПТМ-4 на блок КПТМ-1 (последний не имеет подстроечных конденсаторов), то придется устанавливать дополнительно четыре подстроечных конденсатора, хотя емкость секции этих блоков почти одинакова.

4.14. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ РАДИОЧАСТОТЫ

В радиочастотных цепях БРЭА используются катушки индуктивности, которые способны концентрировать в своем объеме или на плоскости электромагнитное поле радиочастоты.

По конструктивному исполнению катушки бывают однослойные и многослойные, с каркасом и без него, с сердечником и без него, экранированные и неэкранированные, цилиндрические, тороидальные и плоские, а по технологии изготовления — намотанные, вожженные, печатные и тонкопленочные.

В зависимости от диапазона частот катушки индуктивности разделяются на длинноволновые (ДВ), средневолновые (СВ), коротко-

волновые (КВ) и ультракоротковолновые (УКВ). По назначению и области применения катушки индуктивности подразделяют на четыре группы: контурные катушки, катушки связи, полосовые фильтры и дроссели радиочастоты.

Контурные катушки совместно с конденсаторами составляют колебательный контур. К контурным катушкам предъявляются высокие требования, так как их качество определяет параметры колебательного контура, а следовательно, и выходные параметры радиоприемника. Конструкция их определяется рабочей частотой или диапазоном частот, а также колебательной мощностью в контуре. Наибольшее применение в контурных катушках на ДВ и СВ диапазонах находит намотка «универсаль», обеспечивающая высокую жесткость конструкции и не требующая дополнительных фланцев. Большинство катушек на КВ диапазоне имеет однослойную намотку (сплошную или с шагом), а на УКВ диапазоне катушки имеют еще меньшую индуктивность, а следовательно, и меньшее число витков.

Катушки связи применяют для индуктивной связи между отдельными цепями и каскадами. Такая связь позволяет разделить по постоянному току цепи базы и коллектора, сеточные и анодные цепи и др. К катушкам связи не предъявляют жестких требований по добротности и точности. Поэтому выполняют их из тонких проводов в виде двух обмоток однослойных или многослойных, возможно меньших размеров.

Полосовые фильтры в виде радиочастотных трансформаторов промежуточной частоты являются разновидностью радиочастотных катушек. Трансформаторы промежуточной частоты должны обеспечивать высокий коэффициент усиления, определенную полосу пропускания и стабильность настройки при воздействии внешних факторов.

Дроссели радиочастоты применяют в цепях фильтрации питания усилителей радиочастоты. Они имеют большое сопротивление для токов радиочастоты и малое — для постоянного тока и тока звуковой частоты. Для повышения заградительных свойств дроссель должен обладать значительной по сравнению с контурной катушкой индуктивностью и весьма малой емкостью. Для КВ и УКВ диапазонов используют дроссели с однослойной обмоткой, при этом для УКВ диапазона ее наматывают с шагом. Для ДВ и СВ диапазонов применяют дроссели с многослойной намоткой. Дроссели радиочастоты, выпускаемые промышленностью, намотаны на ферритовые стержни и опрессованы пластмассой. Их индуктивность составляет от сотен микрогенри до единиц миллигенри.

Основными параметрами катушек индуктивности радиочастоты являются номинальная индуктивность, добротность, температурный коэффициент индуктивности и собственная емкость.

Номинальная индуктивность катушки зависит в основном от ее конструктивных особенностей (размеров, формы, числа витков и др.). Чем больше размеры катушки и чем больше содержит она витков, тем больше ее индуктивность. На индуктивность катушки в достаточной степени влияет введение в нее сердечника или помещение ее в экран. Номинальная индуктивность катушек УКВ составляет десятые — сотые доли микрогенри, катушек КВ и СВ — соответственно единицы и сотни микрогенри, а ДВ — единицы миллигенри.

Добротность катушки при заданных индуктивности и рабочей частоте характеризуется бесполезным рассеиванием энергии из-за потерь в обмотке, каркасе, сердечнике и экране. Добротность катушки повышается при введении в нее сердечника из магнитного материала. В БРЭА используются радиочастотные катушки добротностью от 40 до 200.

Температурный коэффициент индуктивности (ТКИ) определяется изменением индуктивности катушек при изменении температуры окружающей среды. Изменение температуры вызывает изменение геометрических размеров катушки, вследствие чего изменяется ее индуктивность. С ростом температуры индуктивность увеличивается, а при снижении ее — уменьшается. Для уменьшения ТКИ катушек каркасы их выполняют из керамики, а намотку производят проводом, нагретым до 80—120 °С, или методом вжигания серебра. В колебательных контурах для улучшения стабильности ТКИ к катушке подключают термокомпенсирующий конденсатор с отрицательным ТКЕ.

Собственная емкость катушки складывается из емкости между витками и слоями, а также из емкости отдельных витков по отношению к шасси или экрану. Значение собственной емкости зависит от вида намотки и числа витков. Однослойные шаговые катушки имеют емкость 0,5—1,5 пФ, однослойные сплошные — 3—5 пФ, типа «универсаль» — 5—9 пФ и многослойные рядовые — 20—30 пФ.

Основными элементами катушек индуктивности являются каркас, обмотка, сердечник и экран. Конструкция определяется диапазоном частот, мощностью колебательных контуров и условиями эксплуатации.

Каркасы катушек индуктивности служат основанием для обмоток. Они обеспечивают механическую прочность и жесткость намотки, возможность крепления выводов и сердечников, а также крепление катушек на плате. Материал каркаса, его размеры разнообразны. Так, в качестве материала широко используется пресс-порошок, полистирол или керамика. Его выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к катушке индуктивности (допустимая величина потерь в диэлектрике, стабильность, влияние темепературы). При необходимости подгонки индуктивности катушки с помощью сердечника внутри каркаса выполняют винтовую нарезку, позволяющую изменять положение сердечника относительно витков катушки, а соответственно, и ее индуктивность.

Обмотки катушек индуктивности выполняют однослойными и многослойными. Однослойная обмотка может быть следующих видов: простая рядовая сплошная или с шагом; прогрессивная с переменным шагом; тороидальная; бифилярная, характеризующаяся безындуктивностью (так как магнитное поле витков одного провода направлено встречно магнитному полю витков второго провода).

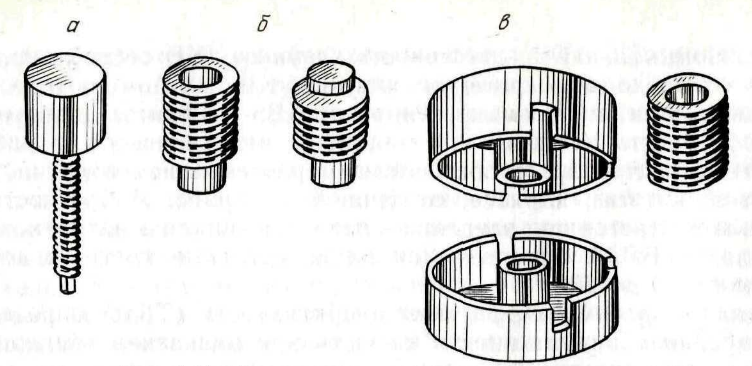


Рис. 4.14. Сердечники из магнитодиэлектриков:
а — цилиндрический в виде шпильки (СЦШ); *б* — цилиндрический с резьбой (СЦР); *в* — броневой (СБ)

Многослойная обмотка выполняется для создания достаточно большой индуктивности при относительно малых геометрических размерах катушки.

Наибольшее применение находят такие виды обмоток, как типа «универсаль», обеспечивающая высокую жесткость конструкции; простая рядовая; секционная.

Обмотки выполняют проводами ПЭЛ, ПЭЛУ, ПЭТ (для диапазонов КВ и УКВ) и ПЭЛШО, ПЭЛШД, ПЭБО, ПЭБД, ЛЭШО (для диапазонов ДВ и СВ).

Сердечники в катушках индуктивности выполняются из магнитных и диамагнитых материалов. Сердечники из магнитных материалов (карбонильного железа, альсифера, ферритов) увеличивают индуктивность катушки, что позволяет уменьшить число витков, размеры и массу катушек, повысить их добротность и улучшить стабильность. Кроме того, перемещением сердечника внутри катушки можно изменять ее индуктивность без изменения числа витков, что очень важно при ремонте и регулировке радиоприемных устройств. Магнитные сердечники используют в диапазонах ДВ, СВ и КВ. Катушки диапазона УКВ имеют малую индуктивность и небольшое число витков. Поэтому для подстройки таких катушек применяют диамагнитные сердечники из меди, латуни или алюминия. Сердечники изготовляют различной конструкции (рис. 4.14): в виде цилиндрической резьбовой латунной шпильки типа СЦШ, резьбовой пробки типа СЦР и броневые типа СБ.

Экраны служат для устранения паразитных связей между отдельными катушками индуктивности и уменьшения влияния на них внешних магнитных полей. От материала экрана, его формы и размеров зависит индуктивность катушек. Экраны (рис. 4.15) выполняют в виде металлических прямоугольных колпаков или цилиндрических стаканов из алюминия, латуни или меди.

Сущность экранирования заключается в том, что при надевании экранов на катушку магнитное поле последней наводит в поверхностном слое экрана вихревые токи, которые создают поле обратного направления. Если толщина экрана больше толщины поверхностного

слоя проникновения вихревых токов, то взаимодействия поля катушки с полями других источников не будет. Чем выше проводимость экрана, тем больше вихревые токи и выше его экранирующие свойства. На ДВ и СВ диапазонах используют алюминиевые экраны, а на КВ — латунные и медные. Для устранения возможных емкостных связей экраны тщательно заземляют. Чтобы экраны не ухудшали добротность катушек, диаметр цилиндрического экрана, как правило, выполняют размером, равным удвоенному диаметру катушки. Исходя из технологических соображений, толщину стенок экранов выбирают размером 0,5—1 мм.

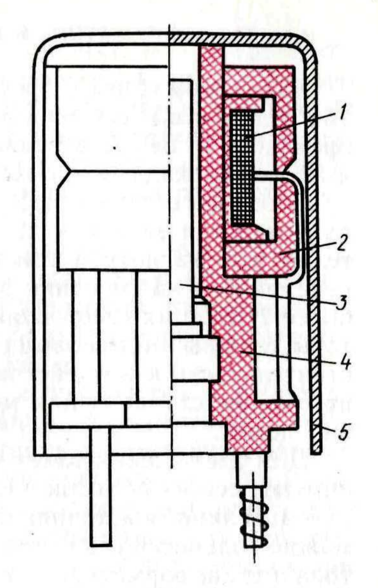


Рис. 4.15. Катушка индуктивности с экраном (в разрезе):
1 — каркас катушки; *2* — ферритовая чашка; *3* — подстроечный сердечник; *4* — основание; *5* — экран

4.15. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Катушки индуктивности для гибридных ИМС должны иметь планарную конструкцию. Ввиду малой высоты корпуса (3—6 мм) гибридной ИМС применять каркасные катушки индуктивности высотой 8—10 мм невозможно. В этих случаях устанавливаются миниатюрные тороидальные катушки на ферритовых сердечниках или тонкопленочные катушки, напыляемые на ситалловые подложки.

Микромодульные катушки типа ИФМ (миниатюрные тороидальные) выполняют намоткой проводов ПЭВ и ПЭВТЛ на тороидальное ферритовое кольцо. Их индуктивность составляет от десятков микрогенри до нескольких тысяч, а добротность не превышает 50. Применять такие катушки можно в диапазоне частот от сотен килогерц до десятков мегагерц в ИМС с высотой корпуса не менее 6 мм.

Тонкопленочные катушки индуктивности (см. рис. 7.3, *г*) представляют собой спиралевидный плоский контур круглой или квадратной формы. Частотный диапазон их составляет 10—100 МГц. Такое ограничение частотного диапазона вызывается тем, что при уменьшении рабочей частоты резко увеличивается площадь катушки на подложке, а это приводит к уменьшению добротности до значений, не приемлемых для колебательных контуров. Исходя из этого, тонкопленочные катушки должны иметь не более 10 витков на площади в 1 см^2, а добротность не выше 20—30. Для увеличения индуктивности катушек тонкопленочных ИМС витки спирали наносят на диэлектрическую ферромагнитную пленку, а в некоторых случаях спираль выполняют многослойной.

4.16. ТРАНСФОРМАТОРЫ И ДРОССЕЛИ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Трансформаторы и дроссели звуковой частоты представляют собой устройства, состоящие из катушек индуктивности и магнитопроводов. В БРЭА в зависимости от назначения различают входные, межкаскадные и выходные трасформаторы и дроссели.

Входные трансформаторы служат для согласования входа усилителя звуковой частоты (УЗЧ) с микрофоном, звукоснимателем или магнитной головкой. Так как максимальная амплитуда переменного напряжения для входных трансформаторов бывает не более 1 В, то их изготовляют повышающими. Входные трансформаторы должны иметь повышенную помехозащищенность и слабую чувствительность к воздействию внешних магнитных полей, так как в противном случае в них могут появляться значительные напряжения помех.

Для уменьшения помех входные трансформаторы тщательно экранируют, оси их обмоток располагают перпендикулярно к магнитным силовым линиям источника помех, а также принимаются меры по возможно большему удалению входных цепей от выходного трансформатора и трансформатора питания. Учитывая, что наименьшей чувствительностью к воздействию внешних магнитных полей обладают трансформаторы с магнитопроводами броневого или тороидального типа, входные трансформаторы изготовляются на штампованных или ленточных сердечниках из пермаллоя. 80НХС или 79НМ, а также из стали. Входные трансформаторы помещают в экран или опрессовывают пластмассой. Их крепят на печатных платах с помощью «лапок» или непосредственно пайкой выводов из луженой проволоки диаметром 1—1,5 мм.

Межкаскадные (согласующие) трансформаторы применяют для связи в УЗЧ, получающих питание от автономных источников, так как в этом случае от усилителя необходимо получить максимальный коэффициент усиления при минимальном количестве транзисторов или радиоламп.

Конструктивно межкаскадные трансформаторы не отличаются от входных. Они изготовляются с коэффициентом трансформации не более чем 1:4, так как больший коэффициент вызывает большие гармонические искажения.

Выходные трансформаторы применяются в выходных каскадах УЗЧ для согласования нагрузки (звуковой катушки громкоговорителя) с внутренним сопротивлением транзисторов или ламп выходного каскада. Такое согласование необходимо для получения наибольшей неискаженной мощности, отдаваемой радиоустройством. Оно достигается путем подбора коэффициента трансформации.

Выходные трансформаторы должны вносить минимальные гармонические искажения в сигнал и обеспечивать нормальный тепловой режим. Особенностью выходных трансформаторов является их работа с подмагничиванием, что приводит к повышению коэффициента гармоник. Чтобы устранить этот эффект, уменьшают постоянную со-

ставляющую магнитной напряженности увеличением сопротивления магнитопровода, для чего вводят немагнитный зазор. Это достигается помещением изоляционных прокладок между основными Ш-образными и замыкающими пластинами при их сборке, а в ленточных магнитопроводах — нанесением на место склеивания изолирующих паст. В выходных трансформаторах магнитопроводы выполняют из пермаллоев и ферритов.

Трансформаторы, совместимые с интегральными микросхемами, имеют малые габариты и массу, а также планарную конструкцию, совместимую по высоте с ИМС с магнитопроводом тороидального, шпулечного или броневого типа. Чаще всего их применяют в качестве согласующих и импульсных трансформаторов.

Дроссели звуковой частоты используются в фильтрах выпрямителей для сглаживания пульсаций выпрямленного тока. Конструктивно дроссели выполняют на таких же магнитопроводах, как и трансформаторы, но они имеют только одну обмотку. Сопротивление дросселя постоянному току весьма мало и равно омическому сопротивлению провода обмотки. Сопротивление дросселя переменному току может быть от нескольких единиц до десятков килоом и зависит от требуемого уровня допустимых пульсаций. Чем меньше этот уровень, тем больше должно быть сопротивление, а из-за этого увеличиваются габариты и масса.

4.17. ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ И АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ

Трансформаторы питания служат для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения, необходимого для питания различных электрических цепей БРЭА. Как правило, трансформаторы питания изготовляют комбинированными, т. е. позволяющими снимать несколько напряжений; при этом первичная обмотка (сетевая) может быть выполнена в виде одной обмотки с двумя отводами (рис. 4.16, *а*) или двух одинаковых обмоток с одним отводом в каждой из них (рис. 4.16, *б*). Во втором варианте первичная обмотка на различные напряжения (110, 127 или 220 В) переключается специальным сетевым переключателем.

Повышающая обмотка трансформатора питания выполняется со средним выводом при использовании двухполупериодного выпрямителя на двух диодах и без среднего вывода для мостовой схемы выпрямления.

Автотрансформаторы, как и трансформаторы, служат для повышения (рис. 4.17, *а*) или понижения (рис. 4.17, *б*) переменного тока электрической сети. Применяют их в тех случаях, когда не требуется разделения цепей нагрузки электрической питающей сети, а первичное и вторичное напряжения отличаются не более чем в два раза. Автотрансформатор имеет только одну обмотку. Секции сетевой обмотки соединены непосредственно с другими обмотками. Так как автотрансформатор выполняется с одной общей обмоткой, имеющей соответствующие отводы, то у него расход материала и

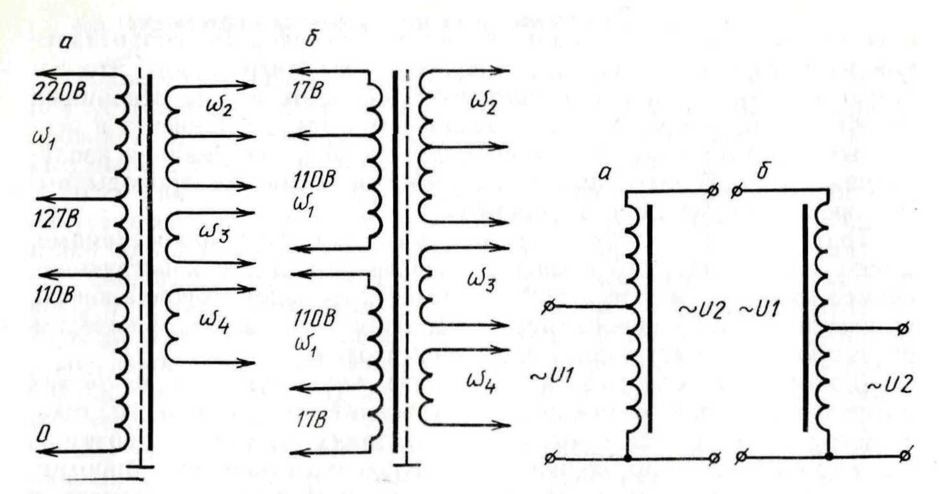


Рис. 4.16. Принципиальные электрические схемы трансформаторов питания

Рис. 4.17. Принципиальные электрические схемы автотрансформаторов: *а* — повышающего; *б* — понижающего

габариты меньше, а КПД больше, чем у трансформатора питания.

Независимо от типа и назначения трансформаторы и дроссели ЗЧ конструктивно состоят из следующих основных элементов: каркаса, обмоток, магнитопровода, арматуры, контактной панели и экрана.

Каркас служит для размещения обмоток. Его изготовляют из электрокартона, гетинакса, пресс-порошка или текстолита. Как правило, каркасы состоят из двух щек, закрепленных на прямоугольных гильзах (рис. 4.18). Если нужно уменьшить собственную емкость обмоток, их наматывают по секциям, для чего устанавливают на гильзе дополнительные щеки. Сборный каркас собирают вручную из двух щек и четырех стенок гильзы, при этом две стенки имеют замки.

Обмотки трансформаторов и дросселей ЗЧ выполняют из медного изолированного провода (ПЭЛ или ПЭВ) разного сечения. Намотку производят рядами виток к витку, прокладывая между рядами изоляцию из кабельной бумаги или лакоткани. Чтобы избежать возможного западания в процессе намотки верхних витков в нижние, что может вызвать большую разность потенциалов и пробой изоляции, в прокладочной изоляции делают насечки с двух сторон. Кроме того, каждый ряд обмотки уменьшают на один виток, вследствие чего обмотка сужается кверху. Выводы обмоток при толщине провода не менее 0,4 мм выполняются тем же обмоточным проводом, только на них надеваются полихлорвиниловые или линоксиновые трубки для защиты от внешних воздействий и обеспечения необходимой электрической прочности изоляции. При тонких обмоточных проводах для выполнения выводов используется монтажный провод, который присоединяется посредством пайки. Место пайки тщательно

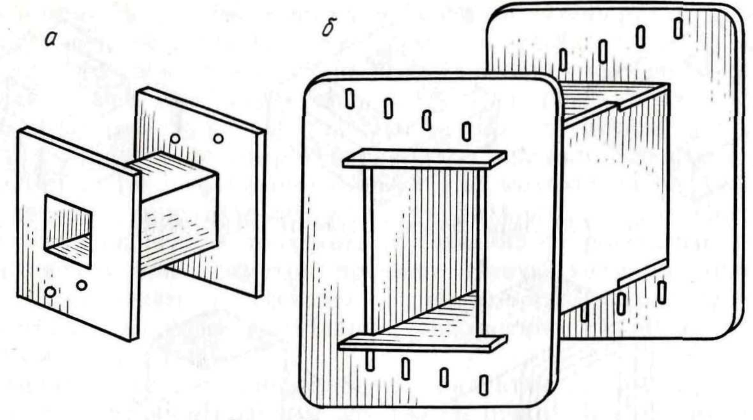


Рис. 4.18. Каркасы-шпули:
а — с приклеенными щеками; *б* — сборные

изолируется, а выводным концом делают один или два витка, которые крепятся на обмотке вязальными нитками.

Магнитопровод служит для концентрации с минимальными потерями магнитного потока, возбуждаемого электрическим током в обмотках. В зависимости от конструкции и способа сборки магнитопроводы подразделяются на сборные, ленточные и формованные. Сборные выполняются путем набора штампованных пластин, изолированных друг от друга; ленточные (витые) получают путем навивки с последующей разрезкой; формованные изготовляют из порошковых магнитных материалов методом холодного или горячего прессования или литья под давлением.

Магнитопроводы выполняют из магнитомягких материалов (электротехническая сталь, пермаллой, магнитодиэлектрики и ферриты), обладающих высокой магнитной проницаемостью, минимальной коэрцитивной силой и малыми потерями на гистерезис.

Широкое распространение получили магнитопроводы, набираемые из штампованных Ш-образных пластин толщиной 0,35—0,5 мм, которые бывают нескольких типов: обычные Ш-образные пластины с прямоугольными замыкающими пластинами; Ш-образные пластины с увеличенным окном (УШ); Ш-образные пластины с просечкой (УП).

Пластины собирают в магнитопровод вперекрышку или встык путем набивки их в каркасы, на которые уложены обмотки. Пластины изолируют друг от друга. При сборке вперекрышку (рис. 4.19, *а*) магнитопровод хорошо заполняется, зазоры отсутствуют. Сборка встык может выполняться без зазора (рис. 4.19, *б*) и с зазором (рис. 4.19, *в*). Чтобы пакет пластин был более плотным, его в конце сборки обжимают под винтовым или гидравлическим прессом. После обжатия добавляют еще 4—6 пластин, последние 2—3 пластины забивают деревянным молотком.

Магнитопроводы большого размера сжимают болтами или шпильками, которые изолируются трубками из кабельной бумаги. Магни-

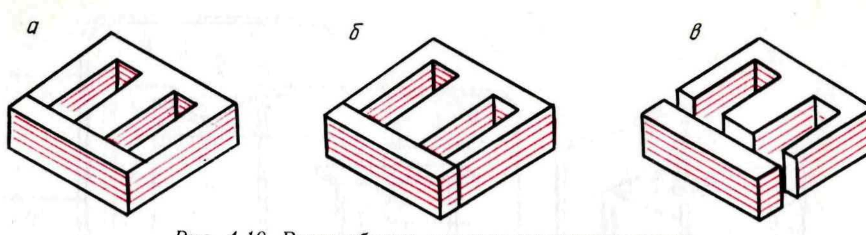


Рис. 4.19. Виды сборки пластин магнитопроводов

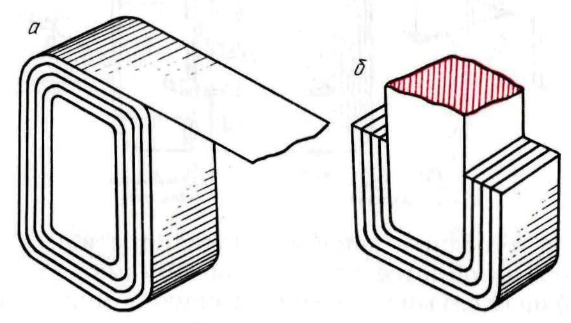


Рис. 4.20. Ленточные магнитопроводы:
а — неразрезные; *б* — разрезные

топроводы малых размеров, в которых пластины не имеют отверстий, стягиваются обжимными скобами. Скобы изолируются от магнитопровода прокладками из электрокартона или лакоткани.

Ленточные магнитопроводы (рис. 4.20) имеют форму кольца, овала или прямоугольника. Навивку ленточных магнитопроводов производят на специальном полуавтомате с одновременным покрытием ленты изоляцией. Трансформаторы питания с ленточными магнитопроводами при той же мощности имеют меньшие габариты, чем шихтованные.

Арматура в виде болтов и шпилек с гайками или обжимной скобы предназначена для сжатия пластин магнитопровода после сборки, а также для крепления трансформаторов и дросселей к плате.

Контактная панель устанавливается на одной из сторон трансформатора. Она состоит из изоляционной пластины и контактных лепестков, к которым припаиваются выводные концы обмоток и монтажные провода схемы.

Экраны для трансформаторов звуковой частоты изготовляют из отожженной трансформаторной стали, армко-железа и сплава пермаллоя в виде прямоугольных или цилиндрических кожухов.

4.18. ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ И РЕМОНТ МОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Катушки индуктивности радиочастоты могут иметь такие неисправности, как *обрыв выводных проводников в месте припайки их к контактным лепесткам, короткое замыкание витков, изменение номинального значения индуктивности.* Очень редко, но встречаются *внутренние обрывы обмоточного провода.*

Исправность катушек проверяют омметром, подключенным параллельно выводным лепесткам. Проверить наличие короткого замыкания затруднительно, так как при нескольких короткозамкнутых витках в катушке ее сопротивление, как правило, практически не изменяется. При внутреннем обрыве или механических повреждениях катушку перематывают или устанавливают новую. При перемотке катушек нельзя допускать отклонения от расчетных данных числа витков или диаметра провода. Новую катушку индуктивности изготовляют по образцу с соблюдением всех параметров: диаметра провода, вида изоляции, габаритных размеров обмотки и материала каркаса.

Изменение номинального значения индуктивности чаще всего вызывается смещением подстроечного сердечника. Прилипший сердечник удается извлечь из каркаса после заливки в него нескольких капель спирта или ацетона. Прилипшие диамагнитные сердечники свободно вывинчиваются после разогрева их электропаяльником. Во избежание повторного прилипания сердечник смазывают касторовым или машинным маслом.

В трансформаторах и дросселях ЗЧ встречаются такие неисправности, как *обрыв провода у выводных концов* или *в самой обмотке, межвитковое замыкание в обмотках, пробой изоляции* и *замыкание обмотки на корпус* или *замыкание между обмотками внутри трансформатора.* Внешним осмотром трансформаторов и дросселей можно обнаружить обрывы проводов у выводных концов и видимые пробои изоляции. Электрическое сопротивление обмоток постоянному току и отсутствие замыкания на корпус проверяют омметром. Измерения в каждой обмотке трансформатора производят раздельно. Для обнаружения обрывов или межвитковых замыканий щупы омметра подключают к двум выводам одной обмотки. В случае обрыва стрелка омметра не отклоняется. При межвитковом замыкании омметр показывает меньшее, чем приведено в технических данных трансформатора, сопротивление обмотки.

Проверку замыкания обмоток на корпус выполняют омметром, подключая один щуп омметра к корпусу (магнитопроводу) трансформатора, а другой — поочередно к концам всех обмоток. При частичном нарушении изоляции сопротивление может иметь значение от 10 МОм до нескольких килоом, а при пробое — десятки или единицы ом. Наличие короткозамкнутых витков в обмотках трансформатора питания можно определить по температуре нагрева. Если трансформатор через 2—3 мин после включения сильно нагреется, то это указывает на наличие короткозамкнутых витков. Замыкание в обмотках дросселей фильтра приводит к увеличению пульсаций выпрямленного тока, а в выходных трансформаторах звука — к сильным искажениям.

Короткие замыкания в обмотках и внутренние обрывы устраняются намоткой новых катушек на специальных станках. При перемотке трансформаторов питания нужно учитывать расположение

обмоток: сетевой, экранной, повышающей (или понижающей) и обмотки накала ламп (для ламповых радиоприемников). Для выходных трансформаторов звука сначала наматывают первичную обмотку, которая подключается к аноду выходной лампы или коллектору транзистора, а затем вторичную, к которой подключается головка громкоговорителя. При установке новы рансформаторов необходимо проверить электрические сопротивления обмоток по постоянному току с помощью омметра и правильно подсоединить выводы.

4.19. ГОЛОВКИ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ, ТЕЛЕФОНЫ И МИКРОФОНЫ

Головки громкоговорителей осуществляют преобразование электрических сигналов звуковой частоты, создаваемых на выходе радиоприемного устройства, электрофона или магнитофона, в звуковые колебания. В современной БРЭА используются электродинамические головки громкоговорителей.

Конструктивно электродинамическая головка громкоговорителя (рис. 4.21) включает две системы: магнитную и подвижную.

Магнитная система состоит из постоянного магнита *2* и полюсных наконечников *1*, концентрирующих магнитное поле в зазоре, где установлена звуковая катушка *6*. Магнит имеет форму кольца или керна. Кольцевые магниты выполняют из бариевых ферритов, а керновые — из магнитных сплавов, содержащих кобальт, никель, алюминий, медь, железо. Подвижная система имеет бумажный диффузор *4*, звуковую катушку *6*, центрирующую шайбу *5* и защитный колпачок *7*. К вершине конуса диффузора приклеивают звуковую катушку, центрирующую шайбу и защитный колпачок. Широкую часть диффузора приклеивают к диффузородержателю *3*. Звуковая катушка из медного или алюминиевого провода наматывается на поверхность цилиндра из изоляционного материала и вставляется в магнитный зазор. В центре магнитного зазора катушка фиксируется центрирующей шайбой в виде фигурной или гофрированной металлической пластины. Защитный колпачок предотвращает попадание пыли и посторонних включений в магнитный зазор.

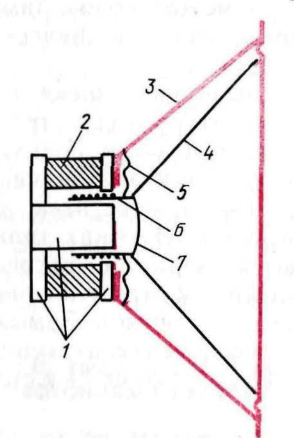


Рис. 4.21. Устройство головки электродинамического громкоговорителя

Работа головки основана на взаимодействии постоянного магнитного поля, образующегося в зазоре магнитной системы, с переменным электрическим током, протекающим по виткам звуковой катушки. Таким образом, с помощью подвижной системы происходят звуковые колебания воздуха в момент протекания токов звуковой частоты по звуковой катушке.

Головки громкоговорителей характеризуются следующими основными электроакустическими параметрами: полное электрическое сопротивление, частотная характеристика, номинальный диапазон частот, номинальная мощность, стандартное звуковое давление, среднее стандартное звуковое давление, коэффициент нелинейных искажений.

В зависимости от диапазона воспроизводимых звуковых частот головки громкоговорителей подразделяют на широкополосные, низкочастотные, среднечастотные и высокочастотные.

Широкополосные головки используются для перекрытия всего диапазона частот, усиливаемых трактом звуковой частоты электрофона, магнитофона или радиоприемного устройства. Нижняя частота рабочего диапазона различных типов широкополосных головок составляет 63—315 Гц, а верхняя — 5—12,5 кГц. Наиболее широким диапазоном частот обладают головки с номинальной мощностью 3—4 Вт, используемые в звуковоспроизводящих устройствах высокой группы сложности, а наиболее узким — головки с малой номинальной мощностью, используемые в аппаратуре низкой группы сложности.

Низкочастотные головки используются в акустических системах в качестве низкочастотного звена. Они воспроизводят низкочастотную часть спектра звукового сигнала. В зависимости от типа головки диапазон воспроизводимых частот может быть в пределах от 30—1000 Гц (например, 30ГД-1) до 63—5000 Гц (например, 6ГД-6).

Среднечастотные головки громкоговорителей воспроизводят диапазон частот от 200 до 5000 Гц, а *высокочастотные головки* обладают рабочим диапазоном частот от 2—5 до 18—20 кГц.

Маркировка головок громкоговорителей в соответствии с ГОСТ 9010—84 состоит из цифр и букв. Первые цифры указывают на паспортную электрическую мощность; буквы ГД означают «головка динамическая», а следующая буква — соответствующий вид головки: Н — низкочастотная, С — среднечастотная, В — высокочастотная, Ш — широкополосная; далее стоят цифры, указывающие на порядковый номер разработки головки. Например, 25ГДН-3 расшифровывается так: головка динамическая с паспортной электрической мощностью 25 Вт, низкочастотная, 3-я разработка модели.

В переносных радиоприемниках, телевизорах, магнитофонах и электрофонах в основном используются динамические головки типов 0,5ГД-37, 1ГД-37, 1ГД-39 с ограниченными полосой пропускания и выходной мощностью.

В стационарной БРЭА с широкой полосой пропускания применяются динамические головки широкополосные с малой неравномерностью частотной характеристики типов 1ГД-36, 1ГД-40, 2ГД-22, 3ГД-38, 4ГД-35 и 4ГД-36.

В автомобильных радиоприемниках используются широкополосные динамические головки типа 4ГД-8Е и 6ГД-3, имеющие повышенное звуковое давление и высокую механическую прочность.

В выносных акустических системах БРЭА с высоким качеством звучания применяются мощные низкочастотные головки типов

6ГД-2, 6ГД-6, 8ГД-1 и 10ГД-30, среднечастотные типов 3ГД-1 и 4ГД-6 и высокочастотные типов 1ГД-3, 2ГД-36, 3ГД-2 и 3ГД-31.

В соответствии с ГОСТ 23262—83 акустические системы по электрическим и электроакустическим параметрам разделяются на четыре группы сложности: 0 (высшая), 1, 2 и 3-я. Условное обозначение акустических систем состоит из букв и цифр, означающих: первые две цифры — номинальную электрическую мощность (в ваттах), буквы АС — акустическую систему, третья цифра — группу сложности, четвертая и пятая цифры — порядковый номер разработки модели. Например, 10АС-207 расшифровывается так: акустическая система номинальной мощностью 10 Вт, 2-й группы сложности, 7-я разработка модели.

В высококачественной акустической системе напряжение сигнала с выхода усилителя, поданное на вход акустической системы, фильтром из дросселей и конденсаторов разделяется на полосы низких, средних и высоких звуковых частот. Далее разделенные сигналы подаются на соответствующие динамические головки. В результате осуществляется воспроизведение широкой полосы частот с малыми искажениями, что приближает звучание акустической системы к естественному.

Для лучшего воспроизведения звука ящик акустической системы дополнительно оборудуют акустическим экраном и фазоинвертором. Последний бывает с двумя отверстиями, иногда с пассивным излучателем.

Экран, фазоинвертор, пассивный излучатель способствуют подъему частотной характеристики громкоговорителя в области низких частот, отчетливому воспроизведению басов. Просветы в стыках стенок и перегородок резонаторов тщательно шпаклюются. Свободный объем заполняется звукопоглощающим материалом, например эластичным поролоном.

Телефоны используются для индивидуального прослушивания программ. Во многих моделях БРЭА имеются гнезда для подключения телефонов. При включении телефонов в аппарат головки громкоговорителей автоматически отключаются. Для индивидуального прослушивания программ широко используются следующие типы малогабаритных телефонов: ТМ-2 с полным сопротивлением катушки на частоте 1000 Гц — 450 Ом; ТМ-2М — с сопротивлением 180 Ом, ТМ-4 — с сопротивлением 50 Ом.

Для индивидуального прослушивания стереофонических и монофонических речевых и музыкальных программ от бытовой стереофонической радиоаппаратуры широко используются головные телефоны «Феникс» — ТДС-8, «Амфитон» — ТДС-7, малогабаритные ТДС-14 (телефоны динамические стереофонические), ТПС-1 (телефоны пьезоэлектрические стереофонические) и др.

Микрофоны применяют для преобразования звуковых колебаний в электрические. Все бытовые магнитофоны комплектуются электродинамическими или электретными микрофонами. Они обладают хорошими электрическими параметрами, небольшими габаритами, малой массой и рядом других свойств, позволяющих применять их в различных эксплуатационных условиях.

Широкое распространение нашли электретные конденсаторные микрофоны. Электретный односторонне направленный микрофон МКЭ-2 предназначен для комплектования бытовых катушечных магнитофонов, а микрофон МКЭ-3 ненаправленный — для встраивания в кассетные магнитофоны. Микрофон МД-52Б-СН стереофонический используется для комплектования стереофонических магнитофонов. Он представляет собой систему из двух близких по частотным характеристикам монофонических односторонне направленных микрофонов типа МД-52Б. Микрофоны типа МД-200 и МД-201 низкоомные, ими комплектуют транзисторные магнитофоны.

При эксплуатации микрофоны устанавливают на горизонтальную плоскость или подвешивают. Их следует предохранять от ударов, сотрясений и попаданий в них металлических опилок. При записи микрофон располагают на расстоянии не ближе 1 м от магнитофона.

Основные электрические параметры микрофонов: чувствительность, частотная характеристика, номинальное сопротивление нагрузки, характеристика направленности и уровень собственных шумов.

4.20. КОММУТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Коммутирующие устройства в виде выключателей и переключателей широко применяются в БРЭА для коммутации электрических цепей с целью выбора определенного режима их работы. Они состоят из системы контактов и приводного устройства, при помощи которого система контактов переходит из одного состояния в другое. Контакты изготовляются из бронзы, латуни или вольфрама и покрываются серебром, платиной или золотом.

В зависимости от способа действия приводного устройства переключатели делятся на перекидные, нажимные, галетные, барабанные и продольно-ножевые. Основными параметрами переключателей являются переходное сопротивление, емкость между контактами, четкость фиксации, срок службы и др.

Переходное сопротивление зависит от материала контактов, состояния их поверхностей и давления между ними. Соприкасающиеся поверхности контактов имеют микронеровности, которые образуются в процессе изготовления контактов. Около контактной системы всегда имеется агрессивная среда, под действием которой поверхности контактов покрываются оксидной пленкой, проводимость которой зависит от ее свойств. Наличие шероховатости и оксидной пленки приводит к тому, что соприкосновение происходит не по всей площади контакта, а лишь по части ее — действующей поверхности. Действующая поверхность достигает не более 0,01 номинальной. При сдавливании контактных поверхностей происходит деформация гребешков и образование новых отверстий в пленке. В результате увеличивается действующая контактная поверхность и умень-

шается переходное сопротивление. Переходное сопротивление контактов переключателей должно быть не более 0,01—0,03 Ом.

Емкость между контактами определяется их взаимным перекрытием по площади и расстоянием между ними, а также видом диэлектрика, на котором они установлены. Емкость радиочастотных переключателей должна быть не более 1—2 пФ.

Четкость фиксации характеризуется отношением силы, необходимой для вывода переключателя из зафиксированного положения, к минимальной силе для движения переключателя в промежуточном положении. В переключателях фиксаторы удерживают контактные группы в строго замкнутом или разомкнутом положении и препятствуют их перемещению при вибрациях и ударах.

Срок службы оценивается числом переключений исправно работающего переключателя, которое составляет от тысяч до нескольких миллионов. Срок службы зависит от материала контактов, действия окружающей среды и климатических факторов.

Перекидные переключатели типа тумблер широко используются в цепях низкой частоты и постоянного тока, где требуется быстрое включение, отключение или переключение цепей с большими токами (единицы ампер) и напряжениями (сотни вольт). Такие переключатели очень надежны в работе.

Нажимные переключатели бывают кнопочные и клавишные. *Кнопочные переключатели* изготовляют однополюсного включения и выключения и многополюсного переключения. Такие переключатели могут быть без фиксатора и с фиксатором. Первые применяются для кратковременного замыкания цепей, а вторые после нажатия на кнопку удерживают свои контакты в замкнутом положении и лишь при повторном нажатии размыкают их.

Модульные переключатели П2К (рис. 4.22, *а*) относятся к переключателям кнопочного типа. Они широко применяются в БРЭА и обеспечивают возможность одновременного и раздельного включений различных электрических цепей. Унифицированная конструкция позволяет использовать эти переключатели для печатного и объемного монтажа.

Конструктивно переключатель П2К выполнен в виде отдельных модулей, установленных на металлическом основании. Каждый модуль имеет пластмассовый корпус *1* и подвижный шток *4*. На корпусе размещаются неподвижные контакты *2*, число которых кратно трем. Каждые три контакта составляют контактную группу. На штоке имеются контакты по числу групп, находящихся в переключателе. На поверхности штока выполнены фигурные выступы *3*, благодаря которым с помощью передвижной фиксаторной планки осуществляется фиксация штока. Такая конструкция обеспечивает контакт всех групп модуля при его нажатой кнопке. В этом случае ранее включенная кнопка другого модуля выключается. Имеются переключатели, в которых для выключения необходимо нажать кнопку повторно, а также переключатели без фиксации.

Клавишные переключатели являются многополюсными. Они применяются для переключения диапазонов волн, включения и выклю-

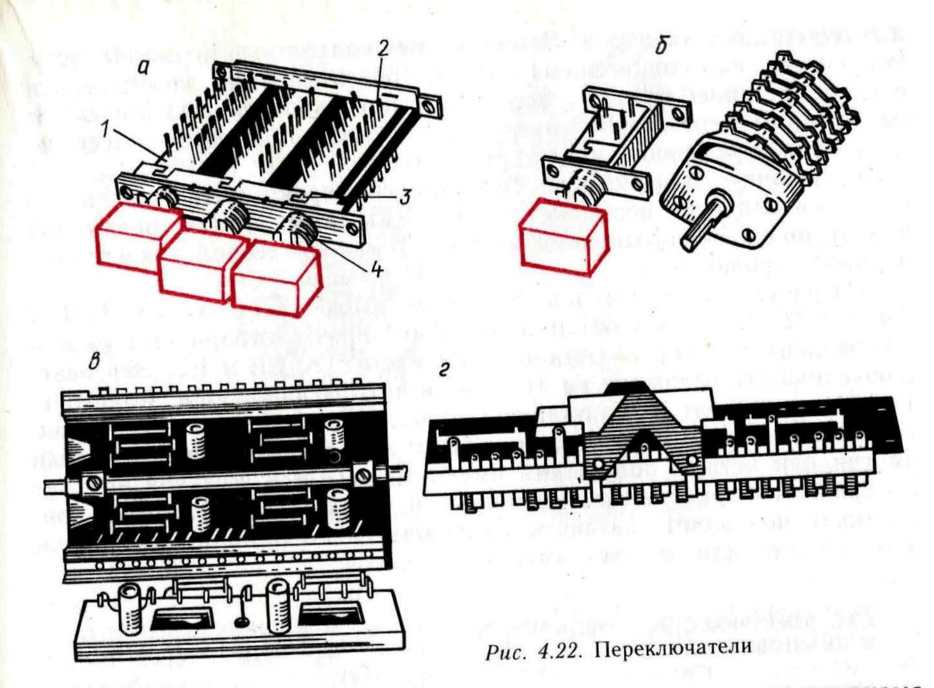


Рис. 4.22. Переключатели

чения источника питания, а также для переключения с радиоприема на воспроизведение граммофонных записей.

Галетные переключатели (рис. 4.22, *б*) также являются многополюсными и позволяют одновременно коммутировать несколько функционально связанных цепей. Применение галетного переключателя для переключения диапазонов волн радиоприемника дает возможность одновременно переключать контуры радиочастоты во входных и гетеродинных цепях.

Конструктивно этот переключатель состоит из изоляционных пластин-оснований (галет), соединенных между собой и с фиксаторным устройством металлическими втулками и стягивающими шпильками. На галетах из гетинакса или керамики развальцовкой закреплены 12 неподвижных контактов врубного или нажимного типа. В центре галет установлен вращающийся ротор, выполненный в виде изоляционного круга, на котором прикреплены металлические пластинки — замыкатели. При вращении ротора с помощью ручки замыкатели соединяют или разъединяют различные контакты, расположенные на галетах. Фиксаторное устройство при этом стопорит ось ротора в правильных положениях относительно неподвижных контактов и ограничивает угол поворота оси на требуемое количество переключений. Износоустойчивость галетных переключателей под номинальной нагрузкой составляет 10 000 переключений.

Барабанные переключатели (рис. 4.22, *в*) используются для переключения диапазонов волн в радиоприемниках и каналов в телевизорах. Конструктивно они представляют собой барабан, на котором закреплены планки с элементами входных, усилительных

и гетеродинных контуров. Неподвижные контактные пружины, установленные на специальной рейке, обеспечивают электрическое соединение колебательных контуров с остальной частью схемы. На барабанном переключателе имеется звездочка, которая обеспечивает надежную фиксацию его положения.

В отличие от галетного барабанный переключатель не имеет ограничителя, что позволяет производить коммутацию различных контактов и цепей вращением оси на 360° как по часовой, так и против часовой стрелки.

Переключатели продольно-ножевого типа ПД-2 (рис. 4.22, *г*) применяются в основном в малогабаритных радиоприемниках для переключения диапазонов ДВ, СВ и КВ. Эти переключатели выпускаются на два, три и четыре диапазона. Конструктивно они состоят из капроновой колодки с неподвижными контактами и подвижной планки с ножевыми контактами. Переключатели на три или четыре положения имеют подвижный ножевой контакт Г-образной формы и один удлиненный общий контакт. Такая конструкция позволяет замыкать последовательно с общим контактом один из трех или четырех других контактов.

4.21. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ И ЛАМПОВЫЕ ПАНЕЛИ

Электрические соединители используют в БРЭА для соединения отдельных блоков и функциональных групп с помощью кабелей, жгутов или печатных проводников на общей соединительной плате. Они состоят из двух частей: розетки и вилки. Основания розеток и вилок выполняют из пластмасс, а гнезда и штыри, образующие контактные пары, изготовляют из латуни. Соединители выполняются с гладкими плоскими или круглыми штырями и соответствующей формы пружинными гнездами. Для увеличения действующей контактной площадки и создания наиболее надежного соединения поверхности гнезда или штыря придают гиперболоидную форму.

Основными параметрами соединителей являются количество и надежность контактных пар, их переходное сопротивление, рабочее напряжение и максимальный рабочий ток, рабочий диапазон частот и срок службы.

В зависимости от назначения, конструкции и места установки соединители бывают низкочастотные и высокочастотные, цилиндрические и плоские, двухконтактные и многоконтактные, внутриблочные и межблочные.

Внутриблочные соединители используют для электрического соединения функциональных ячеек внутри блока с помощью печатного или проводного монтажа. На печатных платах вилки соединителей закрепляют винтами, а выводы вилок запаивают в металлизированные отверстия или припаивают к контактным площадкам печатных плат. Розетки устанавливают на соединительной плате или на шасси блоков. На рис. 4.23 показана конструкция вилочной части внутриблочного соединителя.

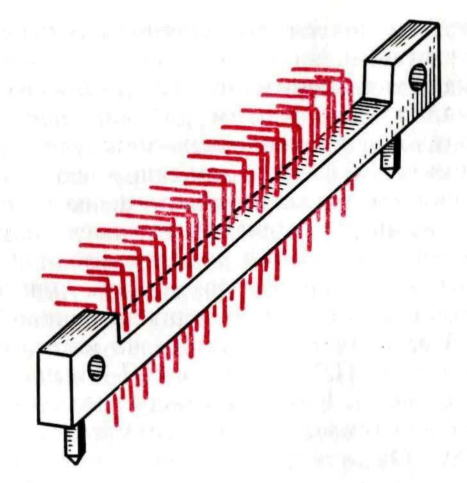


Рис. 4.23. Вилочная часть внутриблочного соединителя

Для электрического соединения внутри блоков широко используются гиперболоидные соединители типа ГРПМ (прямоугольные малогабаритные), ГРППМ (прямоугольные для печатного монтажа малогабаритные), ГРПП (прямоугольные для печатного монтажа) и др.

В обозначениях соединителей первые три-пять букв и цифра указывают тип и его номер, цифры после дефиса — количество контактов; первая буква, следующая за ним,— часть соединителя (Ш — штырь — вилка, Г — гнездо — розетка), а вторая — разновидность выводов вилки (П — прямые, У — под углом 90°, Н — для непосредственной пайки к контактным площадкам) или конструкцию розетки (О — неплавающая, ПЛ — плавающая); затем идут цифры, определяющие покрытие контактов (1— золочение, 2 — серебрение).

Межблочные соединители применяют при соединении низкочастотных и высокочастотных цепей между блоками. Розетки этих соединителей устанавливают на стенках корпуса или на лицевых панелях, а вилки припаивают к радиочастотным кабелям или к проводам жгутов. Надежность соединения вилки с розеткой достигается применением накидной гайки или замков крепления.

Ламповые панели служат для осуществления электрического контакта штырьков ламп со схемой радиоаппарата. Они выпускаются для ламп с октальным цоколем, ламп пальчиковой серии и ламп специального назначения.

Конструкция ламповых панелей определяется типом применяемых ламп. Панель состоит из изоляционного корпуса и контактных гнезд. Корпус выполняют из пластмассы или керамики. Контактные гнезда изготовляют пружинящими из бронзы или латуни и покрывают оловом или серебром для уменьшения переходного сопротивления, защиты от коррозии и удобства пайки проводов схемы. Крепление

ламповых панелей на шасси выполняют винтами или плоскими запирающими пружинами.

Ламповые панели характеризуются следующими основными параметрами: максимально допустимым рабочим напряжением между гнездами, переходным сопротивлением между штырьком лампы и гнездом панели, емкостью и сопротивлением изоляции между соседними гнездами, усилием для извлечения лампы из панели, допустимым числом вставлений и извлечений лампы из панели.

Панели для ламп с октальным цоколем имеют 8 гнезд. В центре панели предусмотрено отверстие со шлицем для ориентации направляющего ключа лампы. На внешней боковой части панели имеется кольцевой паз для крепления ее на шасси с помощью пружины. Ламповые панели ПЛ-1, ПЛ-2 и ПЛ-3 выпускаются на рабочее напряжение до 500 В. Емкость между гнездами может быть до 1 пФ, переходное сопротивление между штырьками лампы и гнездом панели не более 0,01 Ом, а износоустойчивость — до 500 вставлений лампы.

Панели для ламп пальчиковой серии выпускаются на 7 и 9 гнезд и отличаются от октальных панелей меньшими размерами, формой основания, способом крепления. Ориентация ключа в панелях этого типа обеспечивается несколько увеличенным расстоянием между 1-м и 7-м или 1-м и 9-м контактными гнездами, допустимое рабочее напряжение составляет 350 В, емкость между гнездами не более 1 пФ и переходное сопротивление не более 0,01 Ом. Из этой серии широко применяются панели типа ПЛК7-Д (панель ламповая керамическая семигнездная с пружинным держателем), ПЛК7-Э (с экраном). Держатели и экраны выпускаются различной высоты. Аналогичную конструкцию имеют и панели типа ПЛК9-Д и ПЛК9-Э.

Панели для ламп специального назначения выпускаются с различным числом гнезд и используются для включения в электрическую цепь электронно-лучевых трубок, высоковольтных кенотронов и других приборов, которые имеют специальную цоколевку и конструкцию. Эти панели рассчитаны на работу с высоким напряжением (до 20 000 В и более).

4.22. УСТРОЙСТВА И ДЕТАЛИ МОНТАЖА И ВНЕШНЕГО ОФОРМЛЕНИЯ

К устройствам и деталям монтажа и внешнего оформления относятся шасси, корпуса, держатели предохранителей, верньерные механизмы, расшивочные и переходные панели, радиаторы, ручки управления, амортизаторы, лицевые панели, шкалы и др.

Шасси является основанием (базой) для механической сборки узлов, деталей и электрического монтажа в процессе производства БРЭА. Изготовляют их из листового или фасонного металла сварной или сборной конструкции, а также из пластмасс прессованием или литьем.

Наиболее распространенной конструкцией шасси является плоская металлическая панель из стали или алюминиевых сплавов. Такие шасси обеспечивают достаточную жесткость конструкции, хорошую электрическую и магнитную экранировку. Литые шасси применяют в аппаратуре, где необходима достаточная механическая прочность и сложная конфигурация.

Шасси из пластмасс применяются главным образом в малогабаритной БРЭА с печатным монтажом. По механической прочности они уступают металлическим. Кроме того, для защиты элементов и устройств от воздействия электрических и магнитных полей их необходимо экранировать.

Корпуса БРЭА выполняют из дерева или пластмасс. Для изготовления деревянных корпусов используют березовую фанеру, которая предварительно проходит специальную обработку: сушку, склеивание и внешнюю отделку. Под действием температуры и влаги деревянные корпуса могут покоробиться, на них появляются трещины, перекосы. Для удлинения срока службы, придания красивого внешнего вида деревянные корпуса изнутри скрепляют угольниками пли планками, а снаружи шлифуют, покрывают лаком и полируют. Корпуса из пластмасс изготовляют методом горячего прессования пресс-порошков различных марок.

Держатели предохранителей используются для установки предохранителей с целью надежной защиты аппаратуры от больших значений токов. Конструктивно держатели предохранителей бывают открытые и закрытые. Держатели предохранителей устанавливают в легко доступных местах внутри аппарата на специальных панелях под быстросъемной защитной крышкой.

Верньерные механизмы определяют удобство пользования радиоприемником и его внешний вид. Наибольшее применение получили механизмы с гибкой связью (тросиком). Они просты по конструкции, а их элементы могут быть размещены в различных плоскостях на разных расстояниях друг от друга (рис.4.24).

Тросики могут быть выполнены из капроновой лески диаметром 0,25—0,3 мм, капроновой, шелковой или льняной нити. Капроновая леска обладает хорошими упругими свойствами, поэтому нет необходимости поддерживать натяжение тросика в механизме специальными пружинами, как это выполняется при тросиках из ниток. При создании необходимого натяжения тросик будет хорошо работать в течение длительного времени. Для избежания проскальзывания тросика на оси верньерного механизма и увеличения тягового момента обычно укладывают 1,5—3 витка тросика на оси ручки управления.

Расшивочные и переходные панели используют главным образом для качественного выполнения навесного монтажа. Они представляют собой изоляционные пластины с металлическими лепестками, установленными в определенном порядке. Пластины располагают в радиоаппарате на стойках или кронштейнах и закрепляют винтами. К контактным лепесткам припаивают выводы радиоэлементов и концы монтажных проводов. Применение расшивочных и переходных панелей обеспечивает компактность расположения большого количества радиоэлементов и четкость монтажа

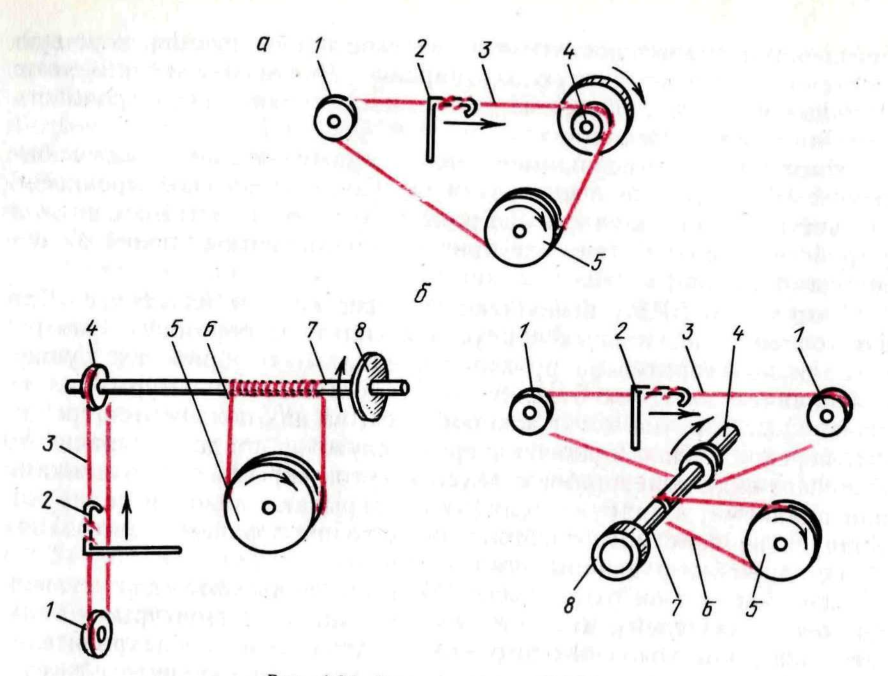


Рис. 4.24. Верньерные устройства:
а — механизм с совмещенными функциями настройки и перемещения указателя; *б* — разновидности механизмов с разделенными функциями настройки и перемещения указателя: *1* — шкив; *2* — указатель настройки; *3* — тросик шкального механизма; *4* — шкив шкального механизма; *5* — шкив верньерного механизма; *6* — тросик верньера; *7* — ось ручки настройки; *8* — ручка настройки

проводов, что улучшает условия технического обслуживания и ремонта.

Радиаторы применяются для отвода тепла от полупроводниковых приборов, которые нагреваются при работе в номинальном и максимальном режимах. Изготовляют радиаторы из меди, алюминия и их сплавов, обладающих наибольшей теплопроводностью. Для обеспечения надежной работы полупроводниковых приборов радиаторы должны иметь определенные размеры, создавать надежный тепловой контакт и сохранять герметичность корпуса. Недопустимы перекосы радиаторов при установке, наличие заусенцев и царапин на их поверхности. При необходимости электрической изоляции кóрпуса транзистора от радиатора применяют прокладки из слюды, полихлорвиниловой пленки, бакелитового лака толщиной 10—40 мкм.

Ручки управления надевают на металлические оси радиоэлементов и устройств управления и регулировки БРЭА, которые выводятся на переднюю панель. Ручки изготовляют из пластмасс цилиндрической или другой формы определенной высоты и диаметра, чтобы было удобно захватывать их пальцами и производить настройку при небольшом усилии. Для переключения устройств, требующего больших усилий, используют цилиндрические ручки с радиальными выступами в виде флажка, на остром конце которого

обычно наносится белой краской метка, служащая стрелкой-указателем, как, например, в ручке переключателя селектора каналов телевизора. Закрепляют ручки на осях винтом или упругой металлической пластинкой. В других случаях поверхность ручек имеет обычно продольные приливы или выступы по всей окружности. Ручки, как правило, устанавливают на лицевой панели БРЭА, поэтому они имеют художественно-конструкторскую отделку.

Амортизаторы служат для уменьшения воздействия на радиоаппарат вибраций и ударных нагрузок различной длительности и интенсивности. Сущность предохранения аппаратуры заключается в том, что при вибрации и ударах амортизаторы запасают энергию в течение малых промежутков времени вследствие инерционности аппаратуры, а затем передают запасенную энергию в течение длительного времени. При правильном выборе амортизатора радиоаппарат при вибрациях и ударах будет получать значительно меньшее ускорение, чем сам объект. Наиболее часто используются резинометаллические и скобочные амортизаторы. Надежная работа амортизационной системы зависит не только от правильного выбора амортизаторов, но и от расположения их, которое определяют исходя из массы и размеров, а также положения центра тяжести радиоаппарата, частоты и амплитуды колебаний. В радиотехнических устройствах широкое применение получили амортизаторы двух типов — резинометаллические и скобочные.

Лицевые панели, шкалы и шильдики относятся к деталям внешнего оформления. На лицевых панелях устанавливают элементы управления и регулировки, наносят указатели, деления, знаки, надписи и другие элементы оформления. Условные функциональные обозначения на лицевой панели должны соответствовать ГОСТ 25874—83.

Необходимые деления на панелях и шкалах выполняют тонкими штрихами различной длины, а в ряде случаев и разноцветными. На шкалы радиоприемников наносят обозначения длины волны и частоты. Деления шкалы должны быть точными, контрастными и правильной геометрической формы. На точность отсчета влияет состояние поверхности шкалы. Ее поверхность должна иметь мелкозернистую структуру и быть ровной, матовой.

Рисунок на лицевые панели, шкалы и шильдики наносят гравированием, чеканкой, фотохимическим или литографским способом. Применение соответствующего способа обусловлено материалом панели и шкалы и требованиями к точности настройки. Рисунок шкалы и лицевой панели во время эксплуатации радиоаппарата не должен стираться. В зависимости от размеров, конфигурации и назначения лицевые панели, шкалы и шильдики окаймляются художественно-декоративным материалом и крепятся к корпусам винтами, штифтами, специальными прихватами, а также завальцовкой краев, приклеиванием и другими способами.

Контрольные вопросы и задания

1. Какое значение имеет выпуск и использование стандартных радиоэлементов при техническом обслуживании и ремонте БРЭА?
2. Какими основными параметрами характеризуются резисторы?
3. Как выполняется и расшифровывается маркировка резисторов?
4. Какими отличительными свойствами характеризуются полупроводниковые резисторы?
5. Как классифицируются конденсаторы в зависимости от назначения?
6. Перечислите возможные неисправности конденсаторов.
7. Назовите типы намоток, используемых при изготовлении катушек индуктивности радиочастоты.
8. Как классифицируются трансформаторы и дроссели ЗЧ в БРЭА?
9. Перечислите виды магнитопроводов трансформаторов и дросселей звуковой частоты.
10. Объясните устройство электродинамического громкоговорителя.
11. Какие требования предъявляются к коммутирующим устройствам?

ГЛАВА 5

ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

5.1. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ

Электровакуумные приборы представляют собой группу электронных и ионных приборов, работа которых основана на использовании электрических явлений в вакууме или в газах. В БРЭА используются различные типы электровакуумных приборов: приемно-усилительные лампы, маломощные кенотроны, генераторные лампы, электронно-лучевые трубки и др.

Приемно-усилительные лампы предназначены для работы в схемах усиления и преобразования радиочастот (до 300 МГц). Особую группу высокочастотных ламп составляют лампы для широкополосных усилителей, которые применяются в телевизорах.

Обозначения приемно-усилительных ламп состоят из четырех элементов:

первый элемент — число, которое указывает (округленно) напряжение накала катода в вольтах (например, цифра 6 обозначает 6,3 В);

второй элемент — буква, указывающая тип лампы: Д — диод, Х — двойной диод, С — триод, Н — двойной триод, Э — тетрод, П — выходной пентод и лучевой тетрод, К — маломощный пентод с удлиненной характеристикой, Ж — маломощный пентод с короткой характеристикой, Г — триод с одним или двумя диодами, Б — маломощный пентод с одним или двумя диодами, Ф — триод-пентод, А — преобразовательная лампа с двумя управляющими сетками (гептод), И — триод-гексод и триод-гептод, Р — двойной тетрод и двойной пентод, Ц — выпрямительный диод (кенотрон), Е — электронный индикатор настройки;

третий элемент — число, обозначающее порядковый номер разработки лампы данного типа, позволяющее различать однотипные лампы между собой;

четвертый элемент — буква, которая обозначает конструктивное исполнение лампы: С — в стеклянном баллоне с октальным цоколем и направляющим ключом в центре; П — пальчиковая; А, Б и Р — сверхминиатюрные: А — диаметром 8 мм, Б — диаметром 10 мм и Р — диаметром до 5 мм. Лампы в металлических баллонах с октальным цоколем буквенного обозначения в конце не имеют. Иногда в обозначение вводят дополнительные буквы Д и Е, указывающие, что данная лампа имеет долговечность соответственно 10 000 и 5000 ч; буква В указывает на увеличенную прочность. Например, 6К4П-В означает: пентод с удлиненной характеристикой, накал 6,3 В, 4-я разработка, пальчиковая, увеличенной прочности.

Электронно-лучевые трубки используются для преобразования электрического сигнала в оптическое изображение. Они имеют маркировку из четырех элементов:

первый элемент — число, указывающее диаметр или диагональ экрана в сантиметрах;

второй элемент — буквы, обозначающие классификационный признак: ЛК — кинескопы, ЛМ — индикаторные и осциллографические трубки с электромагнитным отклонением луча, ЛО — осциллографические трубки с электростатическим отклонением луча;

третий элемент — число, которое указывает на порядковый номер типа прибора;

четвертый элемент — буква, означающая характер свечения экрана: Б — белое, Ц — цветное. Например, 61ЛК3Ц расшифровывается следующим образом: 61 — диагональ экрана, см; ЛК — кинескоп; 3 — порядковый номер разработки; Ц — цветное свечение.

К каждой лампе прилагается паспорт с указанием ее характеристик и цоколевки. Схема цоколевки позволяет определить, с какими электродами соединена каждая ножка лампы. Она указывает нумерацию выводов по часовой стрелке: для ламп с октальным цоколем — от ключа и для пальчиковых ламп — от увеличенного расстояния между ножками. Цоколевку всех типов ламп можно найти в специальной справочной литературе.

5.2. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Полупроводниковые приборы весьма широко применяются в современной БРЭА. Промышленностью выпускается множество типов полупроводниковых диодов и транзисторов, которые различаются по назначению и конструкции, параметрам и характеристикам, мощности и диапазону рабочих частот, а также по исходному материалу. Их использование позволяет значительно сократить размеры и массу радиоаппаратуры, так как размеры полупроводниковых приборов значительно меньше электровакуумных. Например, объем пальчиковых ламп составляет 15—20 $см^3$, сверхминиатюрных ламп 3—5 $см^3$, а транзисторов типа ГТ108 — всего около 0,5 $см^3$.

Кроме того, полупроводниковые приборы имеют еще ряд существенных преимуществ перед электронными лампами: возможность работать при малых напряжениях питания (доли и единицы вольт), малое потребление мощности, большая механическая прочность. Такие важнейшие показатели полупроводниковых приборов, как высокая экономичность и надежность, малые размеры и широкий диапазон рабочих частот, позволяют успешно заменять ими электронные лампы и создавать оригинальные схемы БРЭА с высокими качественными показателями.

Однако используемые в настоящее время полупроводниковые приборы имеют и существенные недостатки. Вследствие их конструктивно малых размеров ограничиваются условия для рассеивания тепловой энергии, что вызывает нагрев и пробой *p — n*-перехода, нарушение его односторонней проводимости. Параметры полупроводниковых приборов зависят от температуры окружающей среды и частоты электрических колебаний. Эти приборы очень чувствительны даже к кратковременным перегрузкам по току, напряжению и мощности, имеют относительно большой уровень шумов, ограничивающий чувствительность усилителей, и малое входное сопротивление.

Работы последних лет по совершенствованию свойств полупроводниковых приборов показали, что многие из отмеченных недостатков устранимы. Новые высокочастотные транзисторы могут работать на частотах до сотен мегагерц. Созданы транзисторы, обладающие почти таким же большим входным сопротивлением, как и электронные лампы. Мощные транзисторы могут отдавать в нагрузку мощность до 100 Вт и более. «Малошумящие» транзисторы имеют уровень шума примерно такой же, как и у электронных ламп. Созданы схемы, уменьшающие влияние температуры на параметры транзисторов.

При эксплуатации полупроводниковых приборов необходимо строго соблюдать полярность напряжений, подводимых к электродам. Транзисторы типа *p — n — p* должны иметь отрицательный потенциал на коллекторе по отношению к эмиттеру и базе. У транзисторов типа *n — p — n* на коллекторе и базе должен быть положительный потенциал по отношению к эмиттеру. Неправильное включение транзисторов может привести к выходу из строя при подаче на их электроды даже небольших напряжений обратной полярности.

5.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

Полупроводниковый диод представляет собой прибор из монокристалла полупроводника, имеющего две области с проводимостями *p*- и *n*-типа. В зависимости от конструкции и площади контакта областей с *p*- и *n*-проводимостями различают плоскостные и точечные диоды.

Полупроводниковые диоды используются в основном в схемах выпрямления тока, детектирования и преобразования сигналов. Диоды, применяемые в БРЭА, по назначению подразделяются на выпрямительные, высокочастотные (универсальные), стабилитроны и стабисторы (опорные диоды), варикапы и светодиоды.

Выпрямительные диоды предназначены для выпрямления переменного тока частотой от 50 Гц до 100 кГц. Они имеют в основном плоскостные *p — n*-переходы. По мощности эти диоды бывают маломощные (на выпрямленный ток до 0,3 А), средней мощности (на выпрямленный ток от 0,3 до 10 А) и большой мощности (на выпрямленный ток более 10 А). Для выпрямления высоких напряжений и больших токов используют выпрямительные столбы. Выполняя последовательные и параллельные соединения диодов, получают различные схемы выпрямления.

Высокочастотные диоды применяются в схемах выпрямления токов в широком диапазоне частот (до сотен мегагерц), а также

для детектирования и преобразования радиочастотных сигналов и сигналов промежуточной частоты. Их изготовляют с точечными и микросплавными $p-n$-переходами. Вследствие малой площади $p-n$-перехода влияние температуры на значение обратного тока у них сказывается слабее, чем у плоскостных диодов. Такие диоды имеют лучшие обратные характеристики и бо́льшие допустимые токи.

Опорные диоды (стабилитроны и стабисторы) используются для стабилизации напряжения в нагрузке при изменении питающего напряжения в широких пределах. В рабочем режиме на стабилитрон подается обратное напряжение, соответствующее напряжению пробоя $p-n$-перехода. Полярность подаваемого напряжения на стабилитрон при этом обеспечивается присоединением к аноду отрицательного полюса. У стабистора к аноду подключается положительный полюс подаваемого напряжения. При прямом включении стабилитрон работает так же, как и обычный выпрямительный диод.

Варикапы представляют собой специальные диоды, используемые как управляемые конденсаторы. Их широко применяют в схемах автоматической подстройки, а также для перестройки резонансной частоты контура. Принцип их действия основан на изменении барьерной емкости $p-n$-перехода при изменении на нем обратного напряжения. С увеличением обратного напряжения толщина $p-n$-перехода увеличивается, емкость его уменьшается. При включении в электрическую цепь отрицательный полюс управляющего напряжения необходимо присоединять к выводу варикапа, обозначенному знаком «+».

Светодиоды — это полупроводниковые приборы, в которых наблюдается излучение света $p-n$-переходом при прохождении через него прямого тока. Они применяются в качестве индикаторов (например, индикатор настройки радиоприемника), в системах отображения информации и др. Светодиоды имеют малые габариты и массу, высокую экономичность и надежность, быстродействие и возможность сочетания с интегральными микросхемами.

При выборе и определении взаимозаменяемости диодов в процессе ремонта БРЭА руководствуются следующими основными параметрами: выпрямленный ток, прямое падение напряжения, наибольшее допустимое обратное напряжение, обратный ток, прямое и обратное сопротивление, наибольшая допустимая мощность рассеивания.

Выпрямленный (прямой) ток представляет собой среднее за период значение переменного тока (с учетом обратного тока), при котором обеспечивается надежная и длительная работа диода. Превышение прямого тока приводит к тепловому пробою и повреждению диода.

Прямое падение напряжения — это среднее за период значение прямого напряжения при допустимом значении прямого тока.

Наибольшее допустимое обратное напряжение — это наибольшее напряжение, которое в течение длительного времени может быть приложено к диоду в обратном направлении и не вызывает изменения его параметров. Превышение обратного напряжения приводит к пробою $p-n$-перехода и выходу из строя диода.

Обратный ток — это среднее значение тока, протекающего через диод в обратном направлении в момент приложенного к нему наибольшего допустимого обратного напряжения. Чем меньше обратный ток, тем лучше выпрямительные свойства диода. Повышение температуры на каждые 10 °C приводит к увеличению обратного тока у кремниевых и германиевых диодов в 1,5—2 раза и более.

Прямое сопротивление — это сопротивление диода прямому току при прямом включении.

Обратное сопротивление — это сопротивление диода обратному току при обратном включении. Последние два параметра можно измерять с помощью омметра. Значения их позволяют судить об исправности диода.

Наибольшая допустимая мощность рассеивания — это наибольшая мощность, при которой обеспечивается надежная длительная работа диода.

5.4. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНЗИСТОРОВ

Транзистор представляет собой полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов. Основой его является монокристаллическая пластина полупроводника с тремя чередующимися областями электронного или дырочного типа проводимости, разделенными $p-n$-переходами. Определенные свойства полупроводникового кристалла и электронно-дырочных переходов позволяют с помощью слабых управляющих токов или напряжений получать более мощные электрические колебания.

По числу основных видов носителей зарядов, принципу работы транзисторы разделяются на биполярные и униполярные.

Транзисторы, в которых используются оба вида носителей (электроны и дырки), называются *биполярными*. В зависимости от рода инжектируемых носителей зарядов различают биполярные транзисторы типа $p-n-p$ и $n-p-n$.

Поскольку транзистор имеет три электрода, то входной сигнал можно подавать на два любых электрода и с двух электродов снимать усиленный сигнал. При этом один из электродов будет общим. Он и определяет название схемы включения транзисторов: с общей базой, общим эмиттером или общим коллектором.

Транзисторы, у которых используется только один основной носитель заряда (например, дырки или электроны), называются *униполярными (полевыми)*. Их отличительная особенность состоит в том, что, подобно электронным лампам, они управляются напряжением (электрическим полем) — отсюда название «полевые».

Полевые транзисторы по структуре, конструктивным особенностям и механизму действия управляющего электрода (затвора) разделяют на транзисторы с каналом p- или n-типа. По сравнению

с биполярными транзисторами полевые имеют лучшую температурную стабильность, большее входное сопротивление, более низкий коэффициент шума и могут работать на частотах до 800 МГц. Для них также возможны три схемы включения, которые обладают способностью усиливать мощность: с общим истоком, общим затвором и общим стоком.

При выборе соответствующих транзисторов и определении их взаимозаменяемости важно знать их основные параметры.

Коэффициент передачи тока — это отношение изменения выходного тока к вызвавшему его изменению входного тока. Для схемы с общей базой коэффициент передачи тока обозначается α, а для схемы с общим эмиттером — β. В случае необходимости, зная коэффициент β, можно определить коэффициент α, и наоборот, так как α и β связаны между собой зависимостью:

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}; \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

Предельная частота коэффициента передачи тока транзистора — эта частота, на которой коэффициент передачи тока уменьшается на 3 дБ, т. е. до 0,7 величины по сравнению с его низкочастотным значением.

Максимально допустимые напряжения — это наибольшие постоянные напряжения между электродами коллектор — база, коллектор — эмиттер и база — эмиттер, при которых параметры транзистора не выходят за пределы норм, и он может работать длительное время. Превышение этих величин приводит к росту тока, а также к электрическому или тепловому пробою перехода.

Обратный ток коллектора $I_{к.о}$ — это ток, протекающий через коллекторный p—n-переход, к которому приложено обратное напряжение при разомкнутой цепи эмиттера.

Максимально допустимая рассеиваемая мощность коллектора характеризует наибольшую, длительно рассеиваемую мощность при температуре окружающей среды. Превышение максимальной допустимой мощности рассеивания вызывает перегрев транзистора и тепловой пробой перехода.

5.5. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Условное обозначение полупроводниковых приборов в соответствии с ГОСТ 10862—72 состоит из следующих элементов.

Первый элемент обозначения определяет исходный полупроводниковый материал, из которого изготовлен прибор. Для приборов, используемых в устройствах широкого применения, исходные материалы обозначаются буквами: Г — германий или соединения германия; К — кремний или соединения кремния; А — соединения галлия; И — индий. Для приборов, используемых в устройствах специального назначения, исходные материалы обозначаются цифрами: 1 — германий или соединения германия; 2 — кремний или соединения кремния; 3 — соединения галлия; 4 — индий.

Второй элемент обозначения указывает подкласс прибора: Т — транзисторы (за исключением полевых); П — транзисторы полевые; Д — диоды (выпрямительные, универсальные, импульсные); Ц — выпрямительные столбы и блоки; А — диоды сверхвысокочастотные; В — варикапы; И — диоды туннельные и обращенные; Л — диоды излучающие; Н — тиристоры диодные; У — тиристоры триодные; Г — генераторы шума; Б — диоды Ганна; К — стабилизаторы тока; С — стабилитроны.

Третий элемент обозначения транзисторов, диодов и тиристоров, определяющий назначение прибора, выражается цифрой. Например: 1 — транзисторы малой мощности с граничной частотой коэффициента передачи тока не более 3 МГц; 2 — транзисторы малой мощности с граничной частотой коэффициента передачи тока от 3 до 30 МГц; 3 — транзисторы малой мощности с граничной частотой коэффициента передачи тока более 30 МГц. Транзисторы средней мощности с соответственной граничной частотой коэффициента передачи тока обозначены цифрами 4, 5 и 6, а транзисторы большой мощности — 7, 8 и 9.

Диоды выпрямительные малой мощности обозначаются цифрой 1, средней мощности — 2, диоды универсальные — цифрой 4. Выпрямительные столбы обозначаются цифрами: малой мощности (со средним значением прямого тока не более 0,3 А) — 1; средней мощности (со средним значением прямого тока более 0,3 А, но не более 10 А) — 2. Выпрямительные блоки также обозначаются цифрой: малой мощности (со средним значением прямого тока не более 0,3) — 3; средней мощности (со средним значением прямого тока более 0,3 А, но не более 10 А) — 4. При обозначении стабилитронов третий элемент указывает на мощность.

Четвертый и *пятый элементы* определяют порядковый номер разработки технологического типа прибора и обозначаются числом от 01 до 99. Для стабилитронов и стабисторов четвертый и пятый элементы определяют номинальное напряжение стабилизации.

Шестой элемент обозначения транзисторов, диодов, тиристоров определяет деление технологического типа на параметрические группы, а стабилитронов и стабисторов — последовательность разработки и обозначается буквами русского алфавита от А до Я. Например, ГТ605А — транзистор, предназначенный для устройств широкого применения, германиевый, средней мощности, с граничной частотой более 30 МГц, номер разработки 05, группа А.

Следует отметить, что большинству полупроводниковых приборов присвоено обозначение в соответствии с ГОСТ 10862—72. Однако в настоящее время система обозначений транзисторов установлена ОСТ 11.336.919 — 81. Она идентична системе обозначений, описанной выше, за исключением: для обозначения исходного материала индия используется буква И или цифра 4; для обозначения порядкового номера разработки служат числа от 01 до 999.

На практике в процессе обслуживания и ремонта БРЭА можно встретиться с полупроводниковыми приборами, которые обозначены по старой системе, состоящей из двух или трех элементов:

4 Зак. 1895

первый элемент — буква Д — для диодов, П — для транзисторов, МП — для транзисторов в корпусе, герметизируемом способом холодной сварки;

второй элемент — число, указывающее тип прибора. Для диодов: точечных германиевых — от 1 до 100; точечных кремниевых — от 101 до 200; плоскостных кремниевых – от 201 до 300; плоскостных германиевых от 301 до 400. Для транзисторов: маломощных германиевых низкочастотных — от 1 до 100; маломощных кремниевых низкочастотных — от 101 до 200; мощных германиевых низкочастотных — от 201 до 300; мощных кремниевых низкочастотных — от 301 до 400; маломощных германиевых высокочастотных — от 401 до 500; маломощных кремниевых высокочастотных — от 501 до 600; мощных германиевых высокочастотных — от 701 до 800;

третий элемент — буква, указывающая разновидность прибора, например, МП40А, МП40Б. Если разновидностей нет, то третий элемент отсутствует.

5.6. ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Характерными неисправностями полупроводниковых приборов являются *пробой р—n-перехода, обрыв вывода, утечка, нарушение герметичности корпуса.*

Диоды можно проверять с помощью омметра. Степень их годности определяют путем измерения прямого и обратного сопротивлений. В случае пробоя диода указанные сопротивления будут равны и составят несколько ом, а при обрыве они будут бесконечно велики. Исправные диоды имеют прямое сопротивление в пределах: германиевые точечные 50—100 Ом; кремниевые точечные 150—500 Ом и плоскостные (германиевые и кремниевые) — 20—50 Ом.

При измерении сопротивления диода, имеющего утечку, показание стрелки прибора медленно уменьшается и, достигнув определенного значения, стрелка прибора останавливается. При повторном измерении процесс повторяется снова. Диоды с такими дефектами следует заменить. Взамен вышедших из строя подбирают диоды того же типа или аналоги, проверяют их и определяют полярность.

Проверку исправности транзисторов и измерение их основных параметров можно производить с помощью специального испытателя параметров плоскостных транзисторов типа Л2-23. С помощью испытателя можно быстро определить коэффициент передачи тока α, обратный ток коллектора $I_{к.о}$, наличие или отсутствие пробоя между эмиттером и коллектором и др. Измерение таких важнейших эксплуатационных параметров позволяет судить о возможностях дальнейшего использования транзистора в схемах БРЭА.

При отсутствии специального прибора исправность транзисторов можно определить путем измерения сопротивления *р—n*-переходов с помощью омметра. Измерения рекомендуется выполнять на высшем диапазоне измерений омметра, где протекающий ток минимальный.

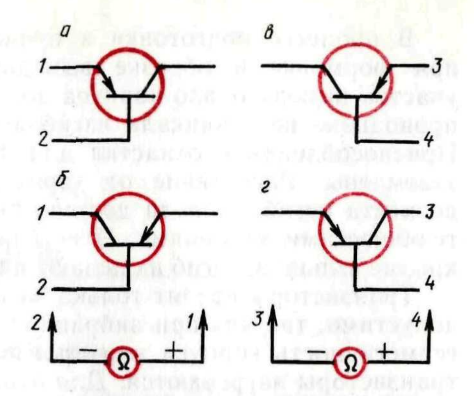


Рис. 5.1. Проверка сопротивления переходов транзисторов омметром по постоянному току:
а — прямое сопротивление эмиттерного перехода; *б* — прямое сопротивление коллекторного перехода; *в* — обратное сопротивление эмиттерного перехода; *г* — обратное сопротивление коллекторного перехода

Перед измерением параметров транзистора необходимо удостовериться, не пробиты ли эмиттерный и коллекторный переходы. Каждый из переходов проверяют по прямому и обратному току. Обратные сопротивления должны быть значительно больше прямых. Сопротивления переходов измеряют омметром, как показано на рис. 5.1.

Прямое сопротивление обоих переходов должно быть в пределах от 10 до 1000 Ом. В случае значительно меньших или бóльших показаний омметра транзисторы использовать не следует. При проверке обратных сопротивлений значение сопротивления эмиттерного перехода должно быть не менее 10 кОм, а коллекторного — не менее 100 кОм. Если при измерениях обратные сопротивления окажутся значительно меньше указанных значений, то использовать такие транзисторы не рекомендуется, а при сопротивлении 10—100 Ом они становятся совершенно непригодными.

При замене вышедшего из строя транзистора другим характеристики последнего (тип проводимости, частотные свойства и др.) должны соответствовать заменяемому. Если выполняют замену транзистора в трактах УПЧ ЧМ и УПЧ АМ с нейтрализацией, то учитывают и проходную емкость, которая должна быть такой же, как у заменяемого, или близкой к ней. Замена транзисторов в каскадах УРЧ и гетеродина блока УКВ транзисторами других типов не допускается.

В ходе замены радиоэлементов при ремонте полупроводниковые приборы устанавливают в последнюю очередь. Учитывая, что в большинстве случаев отказы полупроводниковых приборов вызываются перегревом при пайке, важно строго выполнять требования, изложенные в § 5.7.

5.7. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

В процессе технического обслуживания и ремонта БРЭА приходится выполнять монтаж и демонтаж полупроводниковых приборов. Электрический монтаж их должен обеспечивать надежную работу радиоаппарата. Учитывая, что монтаж полупроводниковых приборов на печатные платы имеет свои особенности, которые вызываются высокой чувствительностью их к механическим воздействиям, повышенным температуре и напряжению, при выполнении таких работ необходимо соблюдать определенные требования.

В процессе подготовки к проведению электрического монтажа при формовке и обрезке выводов полупроводниковых приборов участок вывода около корпуса должен быть закреплен так, чтобы в проводнике не возникали изгибающие или растягивающие усилия. Приспособления и оснастка для формовки выводов должны быть заземлены. Расстояние от корпуса полупроводниковых приборов до места изгиба вывода должно быть не менее, чем предусмотрено техническими условиями. Чтобы не повредить токопроводящее покрытие выводов, изгиб их делают плавным, радиусом не менее 0,8 мм.

Транзисторы крепят только за корпус. Крепление за выводы недопустимо, так как при вибрациях и трясках может быть нарушена герметичность корпуса или произойти обрыв выводов. При работе транзисторы нагреваются. Для отвода тепла используют радиаторы из меди, алюминия или их сплавов — материалов, обладающих наибольшей теплопроводностью. Надежный тепловой контакт между корпусом транзистора и теплоотводом обеспечивается применением невысыхающей пасты типа КПТ-8. Полупроводниковые приборы должны крепиться к радиатору обязательно всеми предусмотренными винтами с достаточно сильной и равномерной их затяжкой. Нарушать черно-матовое покрытие радиаторов не рекомендуется, так как ухудшается их теплоотдача.

Учитывая, что транзисторы работают при сравнительно низких напряжениях, пайку их выводов необходимо выполнять электропаяльником мощностью не более 40 Вт, стержень которого хорошо заземлен. Следует применять низкотемпературные припои ПОС-61, ПОСК-50-18 или ПОСВ-33. Паять необходимо на расстоянии не менее 10 мм от корпуса полупроводникового прибора, за исключением транзисторов типов КТ315, КТ361 и других, у которых длина выводов составляет 5 мм. Длительность пайки не более 3 с, при этом надо применять теплоотвод (удерживать вывод транзистора пинцетом или плоскогубцами).

Полупроводниковые приборы следует впаивать в схему в последнюю очередь. Впаивать и выпаивать их можно только при отключенном питании радиоаппарата, причем базовый вывод транзистора припаивается первым и выпаивается последним. При включенном питании недопустимы обрыв или отключение цепи базы транзистора, так как напряжение на коллекторе может значительно возрасти и вызвать пробой коллекторного p—n-перехода.

Контрольные вопросы и задания

1. Как расшифровать следующие обозначения ламп: 6К13П, 6Ф12П, 6П45С?
2. Каковы отличительные свойства полупроводниковых приборов?
3. Какие требования необходимо выполнять при эксплуатации полупроводниковых приборов?
4. Расшифровать следующие обозначения полупроводниковых приборов: КД105А, КВ12А, КТ315Б, 1Т403Б, КУ221А, КТ838А.
5. Как классифицируются полупроводниковые диоды по назначению?
6. Перечислите основные параметры полупроводниковых диодов.
7. Каким образом проверяют исправность полупроводниковых диодов?
8. Какие параметры транзисторов можно проверить с помощью испытателя Л2-23?

ГЛАВА 6

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

6.1. ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

При техническом обслуживании и ремонте БРЭА широко используется разнообразная техническая, эксплуатационная и ремонтная документация, описания и инструкции по эксплуатации, инструкции по ремонту и настройке, паспорт, технические условия, схемы, чертежи, графики, диаграммы и таблицы. Правильно подобранная, необходимая и достаточная по объему документация дает полное представление об устройстве и принципе работы радиоаппарата, облегчает детальное знакомство с монтажом радиоэлементов и компонентов.

Описания и инструкции по эксплуатации содержат основные технические данные радиоаппарата, рекомендации по установке, включению, настройке и уходу за ним. Они дополняются структурными, функциональными и принципиальными схемами с перечнем радиоэлементов, схемами соединений с таблицами соединений, таблицами сопротивлений и режимов работы активных компонентов схемы, чертежами, графиками и диаграммами.

В инструкции по ремонту приводятся основные технические данные о радиоаппарате, описание устройства и принципа работы, перечень возможных неисправностей. Особое внимание в ней уделено рассмотрению работы отдельных блоков, основных причин неисправностей и методов их устранения.

Инструкция по настройке является руководством по настройке и проверке параметров радиоаппарата на соответствие техническим условиям. В ней приводятся параметры, подробно описывается методика настройки и проверки, указывается необходимая для настройки контрольно-измерительная аппаратура и порядок подготовки ее к работе, а также дается форма протокола проверки и настройки.

Паспорт на радиоаппарат содержит его технические характеристики, сведения о составе и комплекте поставки, а также талоны для гарантийного ремонта.

Технические условия содержат технические требования к основным параметрам, характеристикам и размерам радиоаппарата, его изготовлению, контролю, приемке, маркировке, испытаниям, поставке, транспортировке и эксплуатации, которые целесообразно указывать в других технических документах.

6.2. СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Структурной называют схему, которая определяет основные функциональные части изделия и связи между ними. Структурная схема лишь в общих чертах раскрывает назначение радиоаппарата и его функциональных частей. На такой схеме функциональные части изображают в виде приямоугольников или квадратов. При этом наименования, типы и обозначения данных частей рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников. Если функциональных частей много, допускается взамен обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, в последовательности сверху вниз и слева направо.

Взаимосвязь функциональных частей указывается одинарными линиями, на которых стрелками рекомендуется обозначать направление хода процессов, происходящих в радиоаппарате. Структурная схема не может служить документом, по которому можно производить ремонт или монтаж БРЭА. Она нужна при эксплуатации для общего ознакомления с радиоаппаратом.

Функциональной называется схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Этой схемой пользуются при изучении принципа работы радиоаппарата. На схеме функциональные части изображают в виде прямоугольников или с помощью условных графических обозначений. Вместо связей можно изображать конкретные соединения между элементами и устройствами. Наименования, обозначения и типы функциональных частей вписывают в прямоугольники. Кроме того, на схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов, а также в характерных точках указывают параметры (значения токов, напряжений, форму и параметры импульсов и т. д.). Такое графическое построение функциональной схемы обеспечивает наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

6.3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Принципиальной электрической называют такую схему, на которой изображаются все элементы или устройства в виде условных графических обозначений в соответствии с ГОСТами и показываются связи между ними. Принципиальные схемы служат основанием для составления схем соединений, перечня элементов и заявок на элементы и компоненты. Этими схемами пользуются при изучении устройства и принципа работы радиоаппарата, а также при его регулировке и ремонте.

Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном положении. При этом элементы изображают в следующих положениях: выключатели — в выключенном; переключатели — в выключенном или наиболее характерном для них рабочем положении; контактные приспособления — в нейтральном; контакты, замыкаемые

или размыкаемые механически,— в положении при отсутствии механических воздействий; реостаты и потенциометры — в наиболее характерных положениях при нормальных условиях работы.

Применяется совмещенный или разнесенный способ изображения элементов и устройств на схемах. При совмещенном способе составные части, элементы или устройства изображают на схеме в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают в разных местах исходя из последовательности прохождения тока по ним в отдельных цепях.

Условные графические обозначения элементов на схемах не отображают их действительных размеров. Один и тот же символ (знак) обозначает и малый по геометрическим размерам и электрическим параметрам элемент, и большой. Это означает, что по схеме в целом нельзя определить размеры элементов или устройств. Поэтому схемы выполняют без соблюдения масштаба, причем действительное пространственное расположение составных частей радиоаппарата не учитывается.

При вычерчивании отдельных условных графических обозначений и линий связи используют: сплошную линию толщиной $S = 0{,}5$—1,4 мм — в зависимости от формата схемы и размеров графических обозначений; сплошную утолщенную линию $2S$ — при изображении отдельных элементов и групповых линий связи; штриховую линию — при изображении сеток электронных приборов, магнитодиэлектрических сердечников и механических связей между элементами.

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в общую линию.

Каждый элемент и устройство, входящие в радиоаппарат, имеют условные буквенно-цифровые обозначения, которые проставляют на схеме справа от условного изображения или над ним. В условных буквенно-цифровых обозначениях используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры. Принятые буквенные позиционные обозначения элементов в соответствии с ГОСТ 2.710—81 приведены в прил. 3.

Условные обозначения записывают в виде ряда знаков одинаковой высоты (букв или цифр или букв и цифр) в одну строку без пробелов, например: R5, C8, VT2. На схеме возле условных графических обозначений радиоэлементов указываются номинальные значения сопротивлений резисторов и емкости конденсаторов. Система обозначений следующая: 1) если сопротивление резисторов составляет доли ома, то оно обозначается на схемах с указанием единиц, например 0,6 Ом или 5,1 Ом; 2) сопротивление резисторов от 1 до 1000 Ом указывается целым числом без единиц, например, сопротивление 150 Ом обозначается 150; 3) для резисторов сопротивлением от 1 до 100 кОм (иногда до 1 МОм) указывается число килоом с прибавлением буквы к, например 5,1 килоом обозначается 5,1 к; 4) сопротивление от 0,1 МОм и выше обозначается в мегаомах без указания единиц; 5) если сопротивление резистора равно целому числу

мегаом, то после целой части ставятся запятая и ноль, например, 2 МОм обозначается 2,0.

По аналогичной системе обозначаются и конденсаторы. Так, емкость конденсаторов от 1 до 9999 пФ обозначается целым числом без указания единиц измерения, например, если конденсатор имеет емкость 47 пФ, то на схемах она записывается 47. Емкости конденсаторов более 10 000 пФ выражают в долях микрофарады и обозначают в виде целых или десятичных дробей с указанием единиц буквами мк, например, конденсатор емкостью 20 мкФ обозначается 20 мк (ранее обозначали 20,0), емкость 4,7 мкФ следует обозначать 4,7 мк. Для конденсаторов переменной емкости и подстроечных указываются пределы изменения емкости, например, 6—25 означает, что емкость может быть изменена в пределах от 6 до 25 пФ.

Данные об элементах записывают в «Перечень элементов» (табл. 6.1). Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над «Основной надписью» на расстоянии от нее не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи с повторением головки таблицы.

Табл. 6.1. **Перечень элементов к принципиальной схеме**

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
	Конденсаторы		
C1	КТ-1-М700 12 пф ± 10 % ГОСТ 7159—69	1	
	Резисторы		
R1—R2	МЛТ-0,5 300 кОм ± 10% ГОСТ 7113—77	2	

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на листе бумаги форматом А4. Запись элементов, входящих в состав данного аппарата, начинают с соответствующего заголовка, который записывают в графе «Наименование» и подчеркивают.

Каждая схема читается покаскадно, т. е. по отдельным участкам, слева направо. При этом первоначально рассматривают транзисторы или лампы как основные элементы, а затем изображения элементов, окружающих транзистор или лампу, и по характеру их расположения определяют отдельные цепи или схему радиоаппарата в целом.

6.4. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ

Схема соединений представляет собой схему, на которой изображены все устройства и радиоэлементы, входящие в состав радиоаппарата, его входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы), а также соединения между этими устройствами и элементами.

Устройства на схеме соединений изображают в виде прямоугольников или внешних очертаний, а элементы — в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешних очертаний. Провода, жгуты и кабели показывают отдельными линиями толщиной 0,5—1,4 мм. Чтобы упростить начертание схемы, допускается сливать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией и ставят его порядковый номер в пределах изделия (провод может иметь буквенно-цифровое обозначение либо обозначается знаками «+», «—»).

Буквенные и буквенно-цифровые обозначения проводов и жил кабеля проставляют перед обозначением каждого провода, жгута, кабеля, отделяя его тире от номера цепи, например: 1—1; 1—3; 2—4; 6—2. Номера проводов и жил кабелей на схеме проставляют, как правило, около обоих концов изображений; номера кабелей — в окружностях; номера жгутов — на полках линий-выносок около мест разветвления проводов; номера групп проводов — около линий-выносок.

При изображении на схеме многоконтактных соединителей допускается применять условные графические обозначения, не показывающие отдельные контакты. В этом случае около изображения соединителя на поле схемы помещают таблицы с указанием подключения контактов. Если на схемах соединений не указаны места присоединений или затруднено отыскание мест присоединения проводов и жил кабеля, то данные о проводах, жгутах и кабелях и адреса их соединений сводятся в «Таблицу соединений» (табл. 6.2).

Табл. 6.2. **Таблица соединений к схеме соединений**

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
		Жгут 1		
2	2,2а	Х4. 5с	МГШВ 0,5	
		Провода		
34	R5, 6а	С3, 4б	МГШВ 0,75	Поместить в оплетку

Таблицу соединений рекомендуется помещать на первом листе схемы над основной надписью или выполнять в виде самостоятельного документа на листе форматом А4.

На поле схемы допускается помещать технические указания о запрещении совместной прокладки некоторых проводов, жгутов и кабелей; указывать минимально допустимые расстояния между проводами, жгутами и кабелями; приводить данные о способах прокладки и защиты проводов, жгутов и кабелей.

На схеме соединений возле обоих концов линий, изображающих отдельные провода, провода жгутов и жилы кабелей допускается указывать адрес соединений. В этом случае таблицу соединений не составляют. Обозначение проводам допускается не присваивать.

6.5. ЧЕРТЕЖИ, ГРАФИКИ И ДИАГРАММЫ

Чертеж — это основной технический документ, содержащий изображение, размеры и другие данные, необходимые для изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта радиоаппарата. Чертежи выполняют с соблюдением определенных правил и условностей, без знания которых нельзя прочитать чертеж, изготовить деталь, проверить ее качество. Чертежи оформляются в соответствии с требованиями государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), которая устанавливает правила и положения о разработке, оформлении и использовании конструкторской документации.

ЕСКД предусматривает следующие виды чертежей: *чертеж детали* — содержит сведения о форме, размерах, материале, термообработке и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля; *сборочный чертеж* — содержит сведения о форме изделия, размерах и другие данные, необходимые для его сборки и контроля. К сборочному чертежу выполняется спецификация — документ, который определяет состав сборочной единицы, перечень и количество деталей, входящих в нее, а также некоторые технические данные; *чертеж общего вида* — определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняет принцип работы изделия; *габаритный чертеж* — содержит контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами; *монтажный чертеж* — содержит контурное (упрощенное) изображение изделия и данные, необходимые для установки (монтажа) на месте использования.

Чертежи выполняют на листах бумаги определенных форматов. Форматы листов определяются размерами внешней рамки оригиналов, подлинников, дубликатов, копий. Формат с размерами сторон 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м^2, и другие форматы, полученные путем последовательного деления указанного формата на две равные части параллельно его меньшей стороне, принимаются за основные. Обозначение и размеры сторон основных форматов приведены в табл. 6.3.

Табл. 6.3. **Обозначение и размеры сторон форматов**

Обозначение формата	Размеры его сторон, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

При выполнении чертежа в большинстве случаев невозможно изобразить предмет в натуральную величину. Обычно его вычерчивают в уменьшенном или увеличенном виде, но таким образом, чтобы по изображению можно было судить о действительных размерах, т. е. чертеж выполняют в определенном масштабе.

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения на чертеже к его действительным размерам. ГОСТ 2.302—68 устанавливает: *масштабы уменьшения* — 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; *масштаб для изображения в натуральную величину* — 1:1; *масштабы увеличения* — 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, обозначается по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д., а в остальных случаях — по типу М1:1; М1:2, М2:1 и т. д.

Чертеж, выполненный от руки без применения чертежных инструментов и без точного соблюдения масштаба, но с изображением необходимых видов, разрезов и сечений, называется эскизом. На эскизах, как и на чертежах, указываются размеры, параметры шероховатости поверхности и другие необходимые данные.

Графики и диаграммы позволяют более глубоко изучить принцип работы радиоаппарата и физические процессы, происходящие в каждом его каскаде или блоке. С их помощью можно лучше понять взаимозависимость и взаимовлияние электрических характеристик и динамических процессов в любом блоке, модуле радиоаппарата, что очень важно при его настройке и ремонте.

Графики составляются в прямоугольной системе координат. Точка пересечения осей называется *началом системы координат*. По горизонтальной оси откладываются основные исходные значения физических процессов, называемые *аргументами*, от изменения которых зависит изменение других параметров. По вертикальной оси откладываются зависимые величины (параметры), называемые *функциями*.

Сравнивая графики электрических процессов исправного радиоаппарата с аналогичными кривыми ремонтируемого, получаемыми на экране осциллографа, можно быстро и точно определить характер и причину неисправности и устранить ее.

Диаграммы напряжений и сопротивлений используют при техническом обслуживании, диагностике неисправностей и ремонте. Они позволяют путем сравнения значений измеряемых электрических величин (напряжений, сопротивлений и др.) на отдельных радиоэлементах или участках схемы с величинами, установленными техническими условиями на данный вид БРЭА, находить неисправности, устанавливать причины их появления и производить ремонт.

Контрольные вопросы

1. Какую нормативно-техническую документацию используют в процессе настройки и ремонта БРЭА?
2. Каково назначение структурных схем?
3. Что такое функциональная схема? Чем она отличается от структурной?
4. Каково практическое значение принципиальных электрических схем?
5. В чем разница между принципиальными схемами и схемами соединений?
6. Для чего составляются перечни элементов к принципиальным схемам?
7. Каково назначение графиков при ремонте БРЭА?

ГЛАВА 7

ПЕЧАТНЫЙ МОНТАЖ И МИКРОМИНИАТЮРИЗАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

7.1. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

Широкое использование печатного монтажа в производстве БРЭА в значительной степени снижает трудоемкость сборочных и монтажных работ.

Печатный монтаж представляет собой систему печатных проводников, нанесенных на изоляционное основание и обеспечивающих электрическое соединение радиоэлементов. Роль печатных проводников выполняют участки тонкой медной фольги толщиной 35—50 мкм, а в ряде случаев — из серебра. Для изоляционных оснований используется гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, керамика и другие изоляционные материалы.

Печатный монтаж радиоэлектронной аппаратуры по сравнению с объемным обладает рядом особенностей:

исключительно плоскостное расположение проводников на плате, что приводит к необходимости при переходе с одной платы на другую использовать перемычки, переходные панели или соединители;

экранирование проводников выполняют сетчатым (рис. 7.1), а не сплошным. Вырезы в экране располагают под углом 45—60°;

установка и крепление навесных радиоэлементов выполняется только путем пропускания их выводов в отверстия;

отверстия платы металлизируют, а вокруг монтажного отверстия формируют контактную площадку в виде кольца;

площадь поперечного сечения печатных проводников должна соответствовать значению тока, а также допустимому значению падения напряжения;

минимальная ширина печатных проводников определяется прочностью сцепления их с поверхностью основания и не должна изменяться при температуре от минус 60 до плюс 260 °С (максимально допустимая температура нагрева при пайке печатного монтажа).

Достоинство печатного монтажа состоит в том, что печатные проводники выдерживают плотность тока в пять раз большую, чем объемные, упрощается процесс поиска и диагностики неисправностей, уменьшается масса изделия из-за отсутствия промежуточного крепления радиоэлементов и проводов, повышается точность компоновки и надежность соединений.

Печатные проводники могут быть выполнены с одной или двух сторон изоляционного основания, а также многослойными. На односторонних печатных платах проводники и печатные радиоэлементы располагают с одной стороны изоляционного основания, а на двусторонних — с обеих сторон. По сравнению с односторонними платами двусторонние позволяют разместить большее число радиоэлементов.

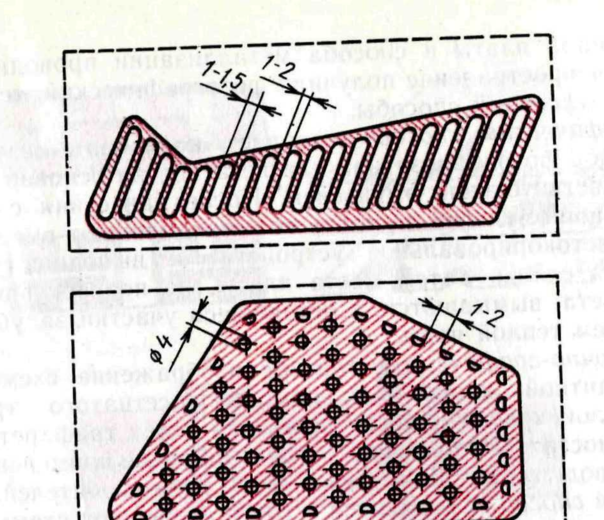


Рис. 7.1. Сетчатое экранирование печатных проводников

Многослойные печатные платы состоят из нескольких слоев токопроводящих проводников, диэлектриков, контактных площадок, соединительных штырей и теплоотводов. Печатным способом изготовляют и некоторые печатные радиоэлементы: катушки индуктивности, соединители, переключатели и др.

В совокупности печатный монтаж и печатные радиоэлементы, нанесенные на изоляционное основание, образуют печатную схему. Конструктивной особенностью печатных схем является использование плоских проводников вместо обычных монтажных проводов.

7.2. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Печатные платы являются несущей частью функциональных узлов и блоков радиоаппаратуры. На платах размещаются печатные проводники и радиоэлементы, навесные дискретные радиоэлементы, интегральные микросхемы, соединители и другие изделия.

Для изготовления печатных плат широко используются фольгированные изоляционные материалы. Процесс получения печатных плат включает нанесение изображения рисунка схемы на диэлектрическое основание и создание плоских печатных проводников на нем с одной или двух сторон основания. Печатные проводники выполняют с помощью трафаретов, несущих на себе изображения не только соединительных проводников схемы, но и некоторые радиоэлементы.

Существует несколько способов нанесения рисунка схемы на плату. Выбор соответствующего способа зависит от вида изоляцион-

ного материала платы и способа металлизации проводников. Наибольшее распространение получили фотографический, сеточно-графический и офсетный способы.

Фотографический способ позволяет копировать изображение проводников с фотодиапозитива или негатива на основание, покрытое светочувствительной эмульсией. После нанесения слоя светочувствительной эмульсии на плату ее устанавливают вместе с позитивом в светокопировальное устройство и выполняют засветку изображения схемы. Затем места платы, не подвергавшиеся воздействию света, вымываются, а оставшиеся участки задубливаются под действием теплой воды.

При *сеточно-графическом способе* изображение схемы выполняется защитной краской с помощью сетчатого трафарета. Защитный слой краски наносят шпателем через трафарет, а затем сушат в термостате. Этот способ находит широкое применение в массовом производстве БРЭА, а также среди радиолюбителей.

Офсетный способ заключается в том, что рисунок схемы накатывается специальным резиновым валиком, переносящим его с металлического клише, предварительно покрытого слоем специальной типографской краски. Операция выполняется на офсетном станке. Этот способ требует довольно сложного технологического оборудования.

Платы гибкого печатного монтажа выполняют химическим осаждением металлического покрытия на изоляционное основание и последующим вытравливанием проводников схемы на фольгированном основании. Многослойные печатные платы (рис. 7.2) изготовляют методами послойного наращивания, открытых контактных площадок, попарного прессования, электрохимической металлизации сквозных отверстий.

Изготовление печатной платы (от рисунка до готового изделия) включает большое число операций производственного и технологического процессов. Существует несколько методов изготовления односторонних и двусторонних печатных плат. В промышленности наибольшее применение получили такие методы, как химический, электрохимический, электрохимическое осаждение с переносом и комбинированный.

Х и м и ч е с к и й м е т о д позволяет получать печатную плату путем химического травления фольгированного диэлектрика. Сущность этого метода заключается в том, что на фольгированный диэлектрик наносят защитными пастами схему, и затем после сушки плата помещается в раствор хлорного железа. В результате травления не защищенная пастой (кислотоупорной краской) медная фольга растворяется. Чтобы очистить от хлорного железа, после травления платы промывают в проточной воде и сушат в сушильных шкафах или на воздухе.

Достоинствами химического метода являются малая трудоемкость изготовления плат, несложное оборудование, высокая адгезия (сцепление) проводников с основанием и др. Кроме того, процесс изготовления может быть полностью автоматизирован: от проекти-

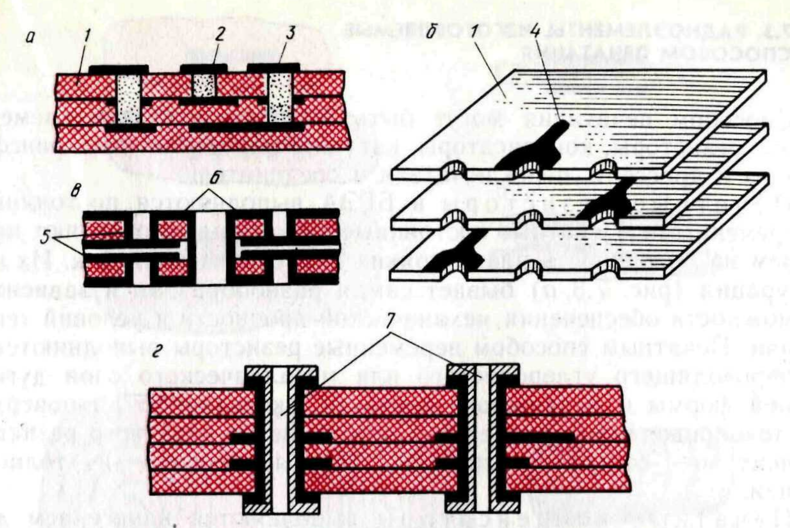


Рис. 7.2. Многослойные печатные платы, изготовленные методами:

а — послойного наращивания; *б* — открытых контактных площадок; *в* — попарного прессования; *г* — металлизации сквозных отверстий; *1* — изоляция, *2* — печатный проводник; *3* — многослойные соединения, *4* — вывод, *5* — печатная плата, *6* — фольга, *7* — межслойное отверстие

рования до выпуска готового изделия. Недостатками метода являются непроизводительный расход медной фольги и химическое воздействие растворов на изоляционное основание, ухудшающее его диэлектрические свойства. Однако несмотря на указанные недостатки, метод химического травления находит самое широкое применение при изготовлении БРЭА как в промышленности, так и среди радиолюбителей.

При э л е к т р о х и м и ч е с к о м м е т о д е печатную плату получают путем химического и электрохимического (гальванического) осаждения металла на изоляционное основание. Одновременно металлизируются все монтажные отверстия, предназначенные для установки навесных радиоэлементов, а также осуществляются электрические связи между проводниками при их двустороннем расположении.

М е т о д э л е к т р о х и м и ч е с к о г о о с а ж д е н и я с п е р е н о с о м заключается в том, что печатную плату получают переносом готового рисунка схемы со стальной матрицы на изоляционное основание. При наложении такой матрицы на изоляционное основание, куда нанесен слой клея, даже при небольшом давлении проводники схемы с матрицы переходят на плату, так как сила сцепления медного осадка с клеем оказывается выше, чем с матрицей. Последующей прокаткой на валках и полимеризацией клеевой пленки повышают силу сцепления меди с платой.

К о м б и н и р о в а н н ы й м е т о д позволяет получать печатную плату химическим травлением фольгированного диэлектрика с последующей металлизацией отверстий гальваническим способом.

7.3. РАДИОЭЛЕМЕНТЫ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ СПОСОБОМ ПЕЧАТАНИЯ

Способом печатания могут быть выполнены многие элементы схемы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели, переключатели и соединители.

Печатные резисторы в БРЭА выполняются постоянными и переменными. Печатные постоянные резисторы изготовляют нанесением на поверхность платы тонких лакосажевых пленок. Их конфигурация (рис. 7.3, *а*) бывает самая разнообразная и зависит от возможности обеспечения механической прочности и условий теплоотдачи. Печатным способом переменные резисторы выполняются из токопроводящего углеродистого или металлического слоя дугообразной формы и подвижного контакта, скользящего по поверхности токопроводящего элемента. Сопротивление печатного резистора зависит от состава суспензии, формы рисунка и толщины пленки.

Печатные конденсаторы выполняются нанесением двух токопроводящих обкладок на обе стороны изоляционного основания (рис. 7.3, *б*). Емкость конденсатора определяется площадью его обкладок и толщиной диэлектрика (платы). На рис. 7.3, *в* показан подстроечный печатный конденсатор, у которого пластина статора нанесена непосредственно на изолирующее основание платы, а пластина ротора на керамический диск, который может поворачиваться вокруг оси параллельно плоскости платы, изменяя емкость. Применение керамических материалов позволяет получать стабильные конденсаторы с номинальным значением емкости от единиц до нескольких сотен пикофарад и рабочим напряжением 100 В и более.

Печатные катушки индуктивности (рис. 7.3, *г*) изготовляют в виде плоских спиральных металлизированных линий круглой, овальной, квадратной или иной формы, нанесенных на плату. Индуктивность таких катушек зависит от числа витков катушки, расстояния между ними и геометрических размеров. Для увеличения индуктивности печатных катушек их выполняют многослойными, при этом одну катушку отделяют от другой слоем изоляционного лака, а концы катушек соединяют между собой последовательно. В отдельных случаях увеличение индуктивности достигается введением в центр спирали магнитодиэлектрических сердечников или нанесением слоя магнитной краски в поле катушки. На печатных схемах можно создавать и переменную индуктивность, для чего над напечатанной катушкой устанавливают медную или алюминиевую пластинку, которую можно перемещать. Для увеличения добротности катушек на них наращивают гальваническим способом слой серебра толщиной 20—50 мкм.

Печатные трансформаторы и дроссели выполняются нанесением отдельных спиральных катушек на гибкое основание из фторопласта, лакоткани, бакелизированной бумаги или других изоляционных материалов. Печатные обмотки соединяют между со-

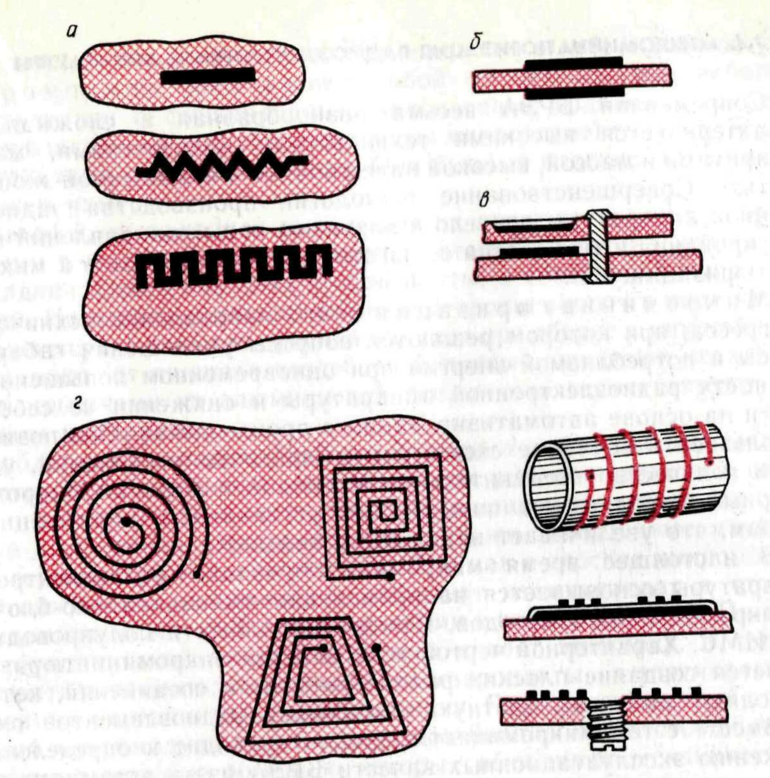


Рис. 7.3. Радиоэлементы, выполненные печатным способом

бой последовательно и помещают в специальный корпус или опрессовывают в пластмассовую оболочку.

Печатные переключатели и электрические соединители могут быть изготовлены или непосредственно на плате с печатной схемой радиоаппарата, или на отдельных платах. Печатный переключатель даже самой высокой сложности дешевле, чем изготовленный любым другим способом. Чтобы повысить стойкость контактов печатного переключателя к истиранию, их покрывают серебром, что обеспечивает надежность в работе до нескольких сотен тысяч переключений. Для обеспечения повышенной стойкости медные контакты переключателей покрывают слоем родия толщиной 5—10 мкм.

Печатные соединители применяются для соединения печатных схем с обычным проволочным монтажом, соединения отдельных, расположенных на одной плате функциональных блоков с общей схемой, размещенной на другой плате.

Печатные элементы при необходимости экранируют, нанося на поверхность рисунка слой изоляционного лака, который затем покрывается слоем магнитного материала. Экранирование проводников, как уже указывалось, выполняют не сплошным, а сетчатым или щелевидным.

7.4. МИКРОМИНИАТЮРИЗАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Современная БРЭА весьма разнообразная и сложная. Она характеризуется высокими техническими показателями, малыми габаритами и массой, высокой надежностью и повышенной экономичностью. Совершенствование технологии производства радиоэлектронной аппаратуры привело к развитию новых направлений в конструировании и технологии ее изготовления, в частности к микроминиатюризации.

Микроминиатюризация — это направление технического прогресса, при котором решаются вопросы уменьшения габаритов, массы и потребляемой энергии при одновременном повышении надежности радиоэлектронной аппаратуры и снижении ее себестоимости на основе автоматизированного производства. Она позволяет использовать печатные схемы без штырьковых соединений, уменьшать количество соединительных проводов и блоков. Микроминиатюрные схемы имеют повышенную устойчивость к вибрациям и ударам, что увеличивает надежность изделий.

В настоящее время микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры основывается на применении функционально-блочного и микромодульного методов, метода пленочных и полупроводниковых ИМС. Характерной чертой всех методов микроминиатюризации является создание плоских радиоэлементов и соединений, которые позволяют получить плотную компоновку радиоэлементов схемы.

Вместе с тем микроминиатюризация приводит к определенному снижению эксплуатационных качеств БРЭА из-за взаимного влияния сигналов различных электрических цепей, расположенных рядом, и сложности обеспечения теплоотвода от нагреваемых радиоэлементов. При малых расстояниях между проводящими элементами схем особое значение приобретают высокочастотное экранирование и геометрия электрических контактов.

Осуществление микроминиатюризации базируется на использовании функциональных схем с малой потребляемой мощностью и материалов, способных работать при высоких температурах.

Рассмотрим сущность основных методов осуществления микроминиатюризации.

Функционально-блочный метод конструирования радиоэлектронной аппаратуры позволяет повысить надежность и степень использования стандартизованных и унифицированных блоков, автоматизировать процесс их изготовления. Этот метод создания БРЭА основан на выделении из функциональной схемы блока или устройства, выполняющего определенную законченную функцию. Такие блоки размещаются на печатной плате и включаются в общую схему с помощью соединителя. При функционально-блочном методе конструирования наименьшей сменной единицей является субблок, выполненный на основе двусторонней или многослойной печатной платы. Субблоки могут быть бескаркасного и каркасного исполнения.

Микромодульный метод конструирования предусматривает непрерывное внедрение новейших радиоэлектронных устройств

из отдельных микроэлементов, размещенных в небольшом объеме. Микромодули представляют собой малогабаритные наборные конструктивно и функционально законченные изделия из керамических пластин, на которых размещены микроэлементы, соединенные проводниками с помощью пайки. Они бывают плоские, таблеточные и этажерочные.

Плоские микромодули выполняют на печатных платах с проволочными выводами. Микроэлементы устанавливают на контактные площадки с одной или двух сторон платы, а соединения выполняют пайкой. На платах имеются базовые стороны и ключ в виде прямоугольного среза угла для ориентации плат при сборке в микромодуль. Для защиты от внешних воздействий платы закрывают металлическими крышками из алюминиевой фольги или герметизируют эпоксидным компаундом.

Таблеточные микромодули представляют собой плоские модули, на которых бескорпусные микроэлементы устанавливаются в отверстия печатной платы и соединяются с помощью печатного монтажа. После выполнения электрического монтажа таблеточные микромодули герметизируют таким же способом, как и плоские микромодули.

Этажерочные микромодули собирают из микроплат в столбик и соединяют между собой проводниками с помощью пайки. По своей конструкции такой микромодуль напоминает этажерку, в которой горизонтальными полками являются микроплаты, а вертикальными звеньями — соединительные проводники. Герметизированный этажерочный микромодуль имеет с двух противоположных сторон металлические выводы, с помощью которых выполняют механическое и электрическое соединение с печатными платами.

В этажерочном микромодуле микроплаты изготовляют из стеатита, радиофарфора или конденсаторной керамики квадратной формы. Их выполняют методом прессования или литьем. На микроплате с обеих сторон имеются металлизированные пазы, к которым присоединяются выводы устанавливаемых микрорадиоэлементов. Для ориентации микроплаты и цоколевки микрорадиоэлемента используют «ключ» — прямоугольный вырез размером $1{,}0 \times 0{,}5$ мм. Нумерация пазов микроплаты ведется по часовой стрелке, начиная от ключа. В радиоэлектронной аппаратуре применяются этажерочные микромодули высотой 10—25 мм и массой 5—7 г. Они имеют плотность упаковки 5—20 радиоэлементов в 1 см^3 объема и одинаковое напряжение питания 6,3 В $\pm$ 10%.

Метод пленочных ИМС способствует росту уровня микроминиатюризации радиоэлектронной аппаратуры. Пленочная технология позволяет формировать на изоляционном основании (подложке) размерами $12{,}5 \times 12{,}5 \times 0{,}8$ мм активные и пассивные элементы, LC- и RC-структуры, представляющие собой сочетание пленочных конденсаторов и катушек индуктивности, конденсаторов и резисторов. Тонкопленочной технологией изготовляют на подложке не только токопроводящие, но и полупроводниковые, магнитные, диэлектрические и другие пленки, получая самые разнообразные функциональные схемы без применения соединителей. Многослойные пленочные

микросхемы позволяют автоматизировать процесс изготовления микроэлементов, снижать стоимость радиоэлектронной аппаратуры.

Методом интегральной технологии радиоэлектронной аппаратуры обеспечивается формирование на полупроводниковой пластине участков, выполняющих функции электронных схем. Функциональные узлы радиоэлектронной аппаратуры, выполненные методом интегральной технологии, называются полупроводниковыми ИМС. Применение этой технологии обеспечивает получение большой плотности упаковки — до десятков тысяч элементов на 1 см^3.

Следующим шагом в микроминиатюризации радиоэлектронной аппаратуры является создание микросборок. Микросборки состоят из интегральных микросхем и других радиоэлементов, находящихся в различных сочетаниях, и представляют собой конструктивно законченное устройство для выполнения определенных функций. Из одной-двух микросборок можно построить радиоприемник или другой радиоаппарат.

7.5. КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Интегральная микросхема — это микроэлектронное изделие, выполняющее преобразование или обработку сигнала (усиления, модуляции, детектирования и др.). Она содержит большое число миниатюрных электрически соединенных между собой элементов, расположенных на небольших расстояниях друг от друга и представляющих собой единое целое с точки зрения испытаний, приемки и эксплуатации.

Интегральные микросхемы классифицируются по конструктивно-технологическому признаку, функциональному назначению и степени интеграции.

По конструктивно-технологическому исполнению ИМС разделяются на полупроводниковые, пленочные и гибридные.

В *полупроводниковых ИМС* все элементы и соединения между ними выполняются в объеме и на поверхности монокристаллического полупроводника методом диффузии по планарной или планарно-эпитаксиальной технологии.

В *пленочных ИМС* все элементы и межэлементные соединения изготовлены в виде тонких пленок методом вакуумного напыления, ионного легирования, термического испарения или контактного осаждения полупроводниковых материалов и легирующих примесей на полированной поверхности подложки.

В *гибридных ИМС* методом интегральной тонкопленочной (толщина пленки 0,01—10 мкм) или толстопленочной (толщина пленки свыше 10 мкм) технологии выполняются пассивные элементы, межэлементные соединения и контактные площадки, а активные компоненты в виде дискретных бескорпусных диодов и транзисторов монтируются в корпусе ИМС.

По функциональному назначению ИМС делятся на цифровые (логические) и линейно-импульсные (аналоговые).

Цифровые ИМС предназначены для обработки и преобразования электрических сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции. Они используются в ЭВМ и системах автоматики.

Аналоговые ИМС служат для усиления, генерирования и преобразования сигналов, изменяющихся по закону непрерывной функции. Они применяются в качестве усилителей ЗЧ и РЧ, смесителей, детекторов, генераторов и других функциональных схем.

Степень интеграции ИМС характеризуется количеством микроэлементов (транзисторов, диодов, резисторов и других элементов), входящих в структуру ИМС. Различают шесть степеней интеграции: 1) до 10 элементов в корпусе; 2) от10 до 100; 3) от 100 до 1000; 4) от 1000 до 10 000; 5) от 10 000 до 100 000; 6) от 100 000 до 1 000 000.

Интегральная микросхема, предназначенная для выполнения сложных электронных функций (в качестве усилителя, радиоприемника и др.) с уровнем интеграции в несколько сотен и тысяч элементов в одном корпусе, с минимально возможным количеством внешних выводов называется большой интегральной микросхемой (БИС).

Система обозначения ИМС в соответствии с ОСТ 11 073.915—80 состоит из четырех элементов. Первый элемент — цифра, обозначающая конструктивно-технологическую особенность изготовления: 1, 5, 7 — полупроводниковые; 2, 4, 6, 8 — гибридные; 3 — прочие (пленочные, вакуумные, керамические); второй — число (от 0 до 99), обозначающее порядковый номер разработки серии микросхем; третий — две буквы, соответствующие подгруппе и функциональному виду микросхемы; четвертый — порядковый номер разработки микросхемы по функциональному признаку в данной серии. После обозначения порядкового номера разработки может быть буква русского алфавита от А до Я, указывающая на различие электрических параметров. Для ИМС, используемых в устройствах широкого применения, в начале обозначения добавляется буква К. Обозначение наносится на корпус микросхемы, имеющий ключ или специальную метку, относительно которых производится нумерация выводов.

Например, К174УН4Б: К — микросхема широкого применения; 1 — группа конструктивно-технологического исполнения (полупроводниковая); 74 — порядковый номер разработки данной серии микросхем; УН — функциональное назначение (усилитель звуковой частоты); 4 — условный номер разработки ИМС в данной серии по функциональному признаку; Б — буква, характеризующая отличие микросхем данного типа от других этой серии по электрическим параметрам; К174 — серия ИМС.

ИМС широкого применения разрабатывается, как правило, в виде серий. В серию входят микросхемы с единой конструктивно-технологической основой, выполняющие различные функции и предназначенные для совместного применения в радиоэлектронной аппаратуре. Все ИМС в серии согласованы по напряжению питания, входным и выходным сопротивлениям и уровням сигналов, а также удовлетворяют единым климатическим и механическим требованиям.

Для БРЭА выпускаются две серии гибридных ИМС, изготовляемых по различным технологиям: серия К224 — на основе толстопленочной технологии и серия К237 — на основе тонкопленочной технологии. Из полупроводниковых ИМС наиболее распространены серии К157, К159, К174 и К553.

7.6. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Практика использования интегральных микросхем в БРЭА показывает, что они очень чувствительны к воздействию температуры окружающей среды, электрических полей и механических усилий. Надежная работа ИМС обеспечивается строгим соблюдением мер, исключающих их повреждение из-за действия указанных факторов. При работе радиоаппарата следует обеспечивать условия для отвода от ИМС тепла, выделяемого нагревающимися элементами конструкции. Неправильное включение ИМС может вызвать неисправность в ней при подаче на выводы даже небольших напряжений обратной полярности.

Проверку исправности ИМС начинают с измерения постоянных и импульсных напряжений на их выводах. Чтобы избежать случайных замыканий близко расположенных выводов микросхемы, рекомендуется подсоединять щупы измерительных приборов не к этим выводам, а к связанным с ними печатным проводникам или к радиоэлементу. Если результаты измерений отличаются от требуемых, то следует установить причину: дефекты в подсоединенных к ИМС радиоэлементах, отклонение их значений от номинальных, источник, откуда поступают необходимые импульсные и постоянные напряжения, или неисправность самой ИМС.

Нельзя проверять исправность ИМС методом замены, если для этой цели она должна быть выпаяна из печатной платы.

Выпаянную ИМС не рекомендуется устанавливать вновь, даже если проведенная проверка показала ее исправность. Такое требование объясняется тем, что из-за повторного перегрева выводов не гарантируется ее безотказная работа.

Для облегчения демонтажа установку ИМС на плату рекомендуется производить с зазором не менее 3 мм между корпусами, а также между ИМС и платой. При выполнении электрического монтажа ИМС необходимо соблюдать меры предосторожности.

Монтаж ИМС следует выполнять на столе, поверхность которого покрыта хлопчатобумажным материалом или антистатическим линолеумом. Рабочий инструмент (стержень) паяльника и корпус (общую шину) радиоаппарата следует заземлять или электропаяльник включать в сеть через трансформатор, так как во время пайки возникновение токов утечки между стержнем паяльника, включенного в сеть, и выводами ИМС может привести к выходу ее из строя.

Пайку ИМС целесообразно производить специальным групповым электропаяльником для одновременного прогрева всех ее выводов. Время пайки должно быть не более 3 с. Допускается поочередная

пайка выводов. При этом интервал между пайками соседних выводов должен быть не менее 10 с. Для пайки выводов ИМС используют припой марки ПОСК-50-18 или ПОС-61.

Контрольные вопросы

1. В чем особенности печатного монтажа?
2. Какими способами выполняют токопроводящие покрытия и изображение схемы на печатных платах?
3. Каковы особенности технологии пайки радиоэлементов на печатных платах?
4. По каким направлениям осуществляется микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры?
5. Что собой представляют ИМС? Как они классифицируются по конструктивно-технологическому признаку?
6. Каковы особенности эксплуатации ИМС?

ГЛАВА 8

ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАТЕЛИ И ЭЛЕКТРОФОНЫ

8.1. ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Электропроигрывающие устройства (ЭПУ) предназначены для воспроизведения сигналов, записанных на граммофонных пластинках. Они выпускаются не только как самостоятельные конструкции, но и в составе электрофонов, радиол и других комбинированных установок радиоаппаратуры. ЭПУ является весьма важным компонентом в системе электроакустического воспроизведения. От его работы во многом зависит качество воспроизведения механической записи.

По электрическим и электромеханическим параметрам и потребительским (эксплуатационным) удобствам в соответствии с ГОСТ 18631—83 ЭПУ делятся на четыре группы сложности: 0 (высшая), 1, 2 и 3-я. Номинальные частоты вращения диска ЭПУ должны быть 33,33 и 45,11 об/мин. Номинальная частота вращения диска ЭПУ 3-й группы сложности допустима только 33,33 об/мин. Питание ЭПУ должно осуществляться от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц или от автономных источников постоянного тока. Диапазон воспроизводимых частот для 0-й группы сложности — 20—20 000 Гц; для 1-й — 31,5—16 000 Гц; для 2-й — 40—12 500 Гц и для 3-й группы сложности — 50—10 000 Гц.

Условные обозначения ЭПУ состоят из цифры, указывающей группу сложности, букв ЭПУ и порядкового номера разработки. Для стереофонической модели ЭПУ с магнитной головкой звукоснимателя к обозначению добавляются буквы СМ, для ЭПУ с пьезоэлектрической головкой звукоснимателя — буквы СП. Например, 2-ЭПУ-65СМ означает: стереофоническое ЭПУ 2-й группы сложности, 65-я разработка, с магнитной головкой звукоснимателя.

Электропроигрыватели состоят из привода, звукоснимателя, переключателя сетевого напряжения и выключателя.

Привод объединяет электродвигатель, фрикционный механизм, устройство переключения частоты вращения, граммофонный диск, автостоп и микролифт.

Привод предназначен для передачи вращения от электродвигателя грампластинке, установленной на диске, с заданной частотой. Для этого применяются асинхронные однофазные электродвигатели с короткозамкнутым ротором и пусковыми витками или с конденсаторным сдвигом фазы. В электропроигрывателях с питанием от автономных источников применяются коллекторные электродвигатели

постоянного тока. Для стабилизации их частоты вращения служат специальные электронные схемы. Передача вращения от электродвигателя к внутреннему ободу диска может осуществляться с помощью фрикционов, гибкой связью посредством эластичных пассиков или комбинаций фрикционов и элементов гибкой связи.

Фрикционная передача отличается компактностью и бесшумностью в работе. Она позволяет получать большие передаточные отношения. Однако ей присущи такие недостатки, как наличие значительного скольжения, возникновение в резине остаточной деформации при хранении механизма в состоянии зацепления, и, кроме того, жесткая механическая связь между электродвигателем и диском ЭПУ приводит к передаче вибрации от электродвигателя к диску. В связи с этим в ЭПУ более высокой группы сложности используют систему передачи вращения с гибкой связью. В ней применяется фрикционная передача и ступенчатый редуктор с ременной передачей. Одним из основных достоинств такой системы является механическая развязка электродвигателя и диска ЭПУ.

Наиболее совершенным приводом является непосредственная передача вращения вала электродвигателя диску ЭПУ, т. е. когда диск непосредственно соосно закреплен с электродвигателем. Непосредственный привод удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к механизму ЭПУ высшей группы сложности, а по своей конструкции является наиболее совершенным решением кинематической схемы электропроигрывающего устройства.

На рис. 8.1 показана система фрикционной передачи с помощью обрезиненного ролика, применяемая в электропроигрывателях типа II-ЭПУ-52С, II-ЭПУ-62СП, II-ЭПУ-76 и др. (обозначения соответствуют ГОСТ 18631—73, который выбыл из употребления). Для получения нескольких частот вращения диска ЭПУ шкив на валу электродвигателя *2* выполнен ступенчатым, и переключателем частоты вращения изменяют высоту положения промежуточного ролика *1*.

В ЭПУ 1-й группы сложности используется комбинированная фрикционная передача (рис. 8.2). Вращение от оси электродвигателя *1* к диску передается с помощью плоского пассика *2*, ступенчатой насадки *3* и фрикционного ролика *4*. Такая система позволяет уменьшить уровень механических шумов и вибраций.

С помощью встроенного стробоскопического устройства обеспечивается подстройка основной частоты вращения диска (33,3 об/мин). При переключении частоты вращения диска фрикционный ролик устанавливается против соответствующей ступени насадки. Ступень для частоты вращения 33,33 об /мин выполнена конической. При этом имеется возможность производить подрегулировку частоты вращения 33,33 об/мин перемещением фрикционного ролика вверх-вниз по конической ступени насадки. При точной установке на требуемую частоту вращения 33,33 об/мин метки в специальном окошке стробоскопического устройства неподвижны.

Вращение диска в электропроигрывателях высшей группы сложности, питаемых от сети переменного тока, осуществляется регулируемыми тихоходными и сверхтихоходными прямоприводными

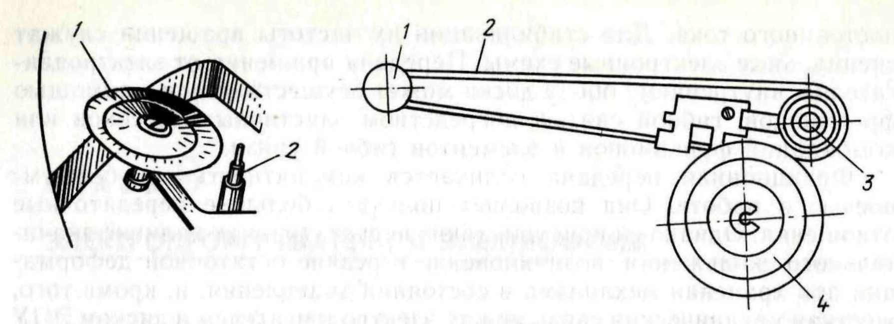


Рис. 8.1. Приводной механизм с фрикционной передачей

Рис. 8.2. Приводной механизм с фрикционной передачей посредством пассика

электродвигателями. Они имеют электронную систему управления. Изменение частоты вращения диска обеспечивается изменением частоты генератора, питающего обмотки электродвигателя.

Важным потребительским качеством ЭПУ является наличие в них устройств, повышающих удобство пользования. Наиболее распространенными являются автостоп и микролифт.

Автостопом называется устройство, автоматически останавливающее вращение диска или выключающее электродвигатель по окончании проигрывания грампластинки. По принципу действия эти устройства подразделяются на контактные и бесконтактные.

Контактными называются устройства, приводимые в действие от механических датчиков, например от взаимодействия толкателя диска с рычажной системой автостопа. Их недостатком является передача толчков, образующихся при механическом контакте, на иглу звукоснимателя. Однако благодаря простоте конструкции и дешевизне изготовления они широко применяются в ЭПУ. Принцип действия контактного автостопа описан далее.

Бесконтактными называются устройства, приводимые в действие от магнитных, фото- и других типов датчиков, работающих без непосредственного механического контакта. По этой причине в них отсутствуют недостатки, присущие контактным устройствам. Поскольку стоимость их высока, они применяются преимущественно в ЭПУ высшей (0) и 1-й групп сложности.

Микролифт — это устройство, предназначенное для плавного опускания звукоснимателя на грампластинку при включении электропроигрывателя и для быстрого подъема и удержания на определенной высоте звукоснимателя над грампластинкой при выключении электропроигрывателя. Оно позволяет более длительное время сохранять качество грампластинок и предохранять подвижную систему головки звукоснимателя от механических повреждений. Микролифты подразделяются на автоматические и ручные.

Некоторые модели электропроигрывателей по сравнению с ранее выпускавшимися значительно модернизированы. Так, например, в электропроигрывателях II-ЭПУ-32С улучшен переключатель частот вращения диска. Переключатель не имеет нулевого положения, так как в режиме «Стоп» специальный механизм выводит промежуточный ролик из зацепления с валом электродвигателя и диском. Аналогично выполнены переключатели частоты вращения и в электропроигрывателях типа II-ЭПУ-50, II-ЭПУ-52С, II-ЭПУ-76. В этих электропроигрывателях применен диск, конструктивно состоящий из объединенных между собой внутреннего и наружного дисков. Такая конструкция увеличивает момент инерции диска и позволяет снизить коэффициент детонации. Улучшенная амортизация подвески электродвигателя обеспечивает хорошую развязку вибрации электродвигателя с панелью ЭПУ.

Для реализации высоких параметров ЭПУ в «Электронике Б1-01» применен специальный синхронный шестнадцатиполюсный двигатель ТСК-1 с ферромагнитным ротором, обеспечивающий низкую частоту вращения (375 об/мин). При такой частоте вращения ротора и его массе около 30 г может быть получен уровень помех от вибрации минус 60 дБ. Диск ЭПУ состоит из двух деталей — малого ведущего диска диаметром 160 мм и массой 1,9 кг и насаживаемого сверху большого диска диаметром 300 мм и массой 1,4 кг. Вращение от большого диска передается на малый диск ЭПУ при помощи плоского эластичного резинового пассика. На нижней торцевой части малого диска имеются стробоскопические риски (деления) для контроля частоты вращения. Риски освещаются специальной неоновой лампочкой типа ИН-24. Отраженное изображение рисок через оптическую систему просматривается в визирном окошке.

Отличительной особенностью ЭПУ «Электроника Д1-011» является применение сверхтихоходного двигателя с непосредственным приводом диска. Двигатель представляет собой бесконтактную машину постоянного тока с шестнадцатиполюсным внешним кольцевым магнитом-ротором и двенадцатиполюсным статором. ЭПУ «Электроника Д1-011» рассчитано на работу с усилительно-коммутационными устройствами (УКУ) высшей группы сложности.

В ЭПУ «Электроника-013-стерео» применено отечественное полуавтоматическое устройство с электронным управлением. Помимо возврата тонарма в исходное положение, система автоматики обеспечивает автоматическое определение формата грампластинки перед опусканием иглы звукоснимателя на вводную канавку.

В настоящее время выпускаются модели ЭПУ всех групп сложности: 3-ЭПУ-38М, 2-ЭПУ-65СМ, 2-ЭПУ-74С, 1-ЭПУ-70С, 0-ЭПУ-82СУ, «Электроника Б1-04» и др.

Рассмотрим устройства механизмов переключения частот вращения диска, автостопа и микролифта электропроигрывателей 2-й группы сложности. На рис. 8.3 показан механизм переключения частот вращения диска. Он не имеет нулевого положения, так как специальное устройство автоматически выводит из сцепления обрезиненный ролик *1* в ненагруженное положение при каждом срабатывании автостопа или выключении ЭПУ. При переключении частот вращения диска обрезиненный ролик перемещается вверх или вниз относительно многоступенчатой насадки *8* оси электродвигателя с помощью рычага *3*, направляющих *2* и *4* и пружины *6*. С помощью фиксатора 7

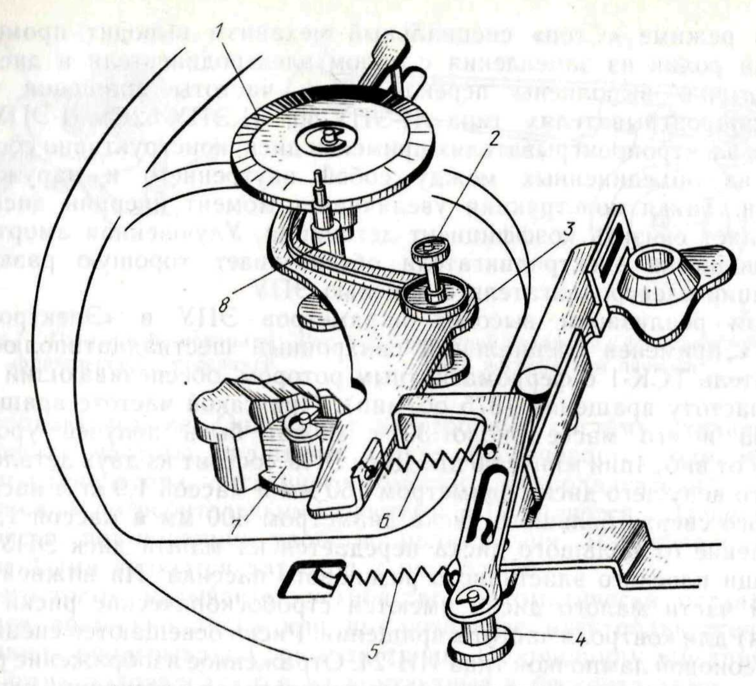


Рис. 8.3. Механизм переключения частоты вращения

осуществляется четкая фиксация переключателя. В рабочее положение обрезиненный ролик *1* притягивается пружиной *5*. Переключение частот вращения диска следует производить при выключенном питании электропроигрывателя.

На рис. 8.4 показан механизм автостопа и включения. Автостоп срабатывает при резком увеличении шага звуковой канавки граммофонной пластинки в пределах диаметра записи 100—130 мм. Подвижный рычаг *6*, установленный с определенным трением пластмассовой призмы на вертикальной оси звукоснимателя, при резком повороте звукоснимателя нажимает на рычаг сцепления *8*. В результате этого рычаг поворачивается за пределы зоны отталкивания толкателя, и последний в течение одного оборота диска поворачивает рычаг сцепления на определенный угол. При этом рычаг сцепления воздействует на промежуточный рычаг, который освобождает рычаг коммутации *4* электропроигрывающего устройства. Возвращаясь в исходное положение, рычаг коммутации с помощью контактной группы *7* накоротко замыкает выводы звукоснимателя, приподнимает звукосниматель с грампластинки и размыкает цепь питания электродвигателя контактной группы *2*. При этом освобождается также пружина *5* обрезиненного ролика (рис. 8.3) и рычагом *9* (рис. 8.4) фиксируется диск электропроигрывателя.

Освобождение рычага коммутации возможно и с помощью рычага *5* (рис. 8.4) в положениях «Стоп» и «Автостоп выкл.». Для

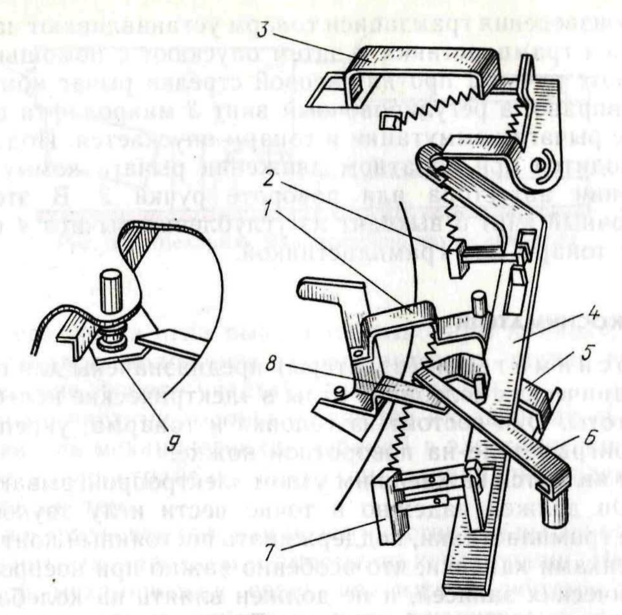


Рис. 8.4. Устройство механизма автостопа

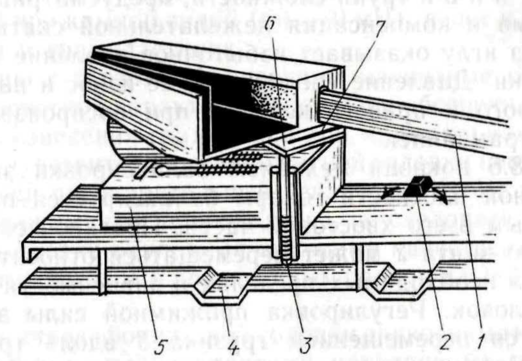


Рис. 8.5. Устройство механизма микролифта:

1 — тонарм; *2* — ручка переключателя; *3* — регулировочный винт; *4* — рычаг коммутации; *5* — корпус подшипника; *6* — втулка; *7* — планка

этого рычаг *5* следует перемещать в направлении стрелки «Выкл.» до упора. После снятия усилия в данном направлении рычаг возвращается в исходное положение. Если перевести рычаг в положение «Автостоп выкл.», то подвижный рычаг *6* блокируется, при этом автостоп не срабатывает. Включение электропроигрывателя происходит рычагом *3* «Пуск».

На рис. 8.5 показано устройство механизма микролифта, смонтированного на панели ЭПУ у поворотной стойки тонарма *1*. В нерабочем положении тонарма верхний конец пластмассовой втулки *6* подпирает металлическую планку *7*, укрепленную снизу на тонарме.

Для воспроизведения грамзаписи тонарм устанавливают над вводной зоной записи грампластинки и затем опускают с помощью ручки *2*. При повороте ручки *2* против часовой стрелки рычаг коммутации *4* движется вправо, а регулировочный винт *3* микролифта попадает в углубление рычага коммутации и тонарм опускается. Подъем тонарма производится при обратном движении рычага коммутации при срабатывании автостопа или повороте ручки *2*. В этом случае регулировочный винт *3* выходит из углубления рычага *4* и втулка *6* поднимает тонарм над грампластинкой.

8.2. ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Звукосниматели (адаптеры) предназначены для преобразования механических колебаний иглы в электрические колебания звуковой частоты. Они состоят из головки и тонарма, укрепляемого в электропроигрывателе на поворотной ножке.

Тонарм является важнейшим узлом электропроигрывающего устройства. Он должен надежно и точно вести иглу звукоснимателя по канавке грампластинки, поддерживать постоянный контакт иглы с обеими стенками канавки, что особенно важно при воспроизведении стереофонических записей, и не должен влиять на колебания иглы, обусловленные модуляцией канавки. В звукоснимателях, применяемых в ЭПУ 1-й и 0-й групп сложности, предусматривается балансировка тонарма и компенсация нежелательной скатывающей силы, которая через иглу оказывает избыточное давление на внутреннюю стенку канавки. Давление увеличивает ее износ и нарушает баланс сигналов левого и правого каналов при воспроизведении стереофонической грамзаписи.

На рис. 8.6 показан механизм балансировки звукоснимателя. В вертикальной плоскости тонарм балансируется противовесом *1*, расположенным в его хвостовой части. Противовес с помощью регулировочного винта *2* может перемещаться относительно горизонтальной оси в необходимых пределах в зависимости от массы применяемых головок. Регулировка прижимной силы звукоснимателя осуществляется перемещением грузика *3* вдоль трубки тонарма.

В электропроигрывателях высшей группы сложности применяются тангенциальные тонармы. Такой тонарм ведет головку звукоснимателя точно по радиусу грампластинки и поэтому обеспечивает наиболее верное воспроизведение механической записи. Горизонтальный угол погрешности, приводящий к искажениям в виде второй гармоники сигнала, у тангенциального тонарма не превышает 0,01°, в то время как у традиционных тонармов с поворотной ножкой он достигает 2°. Важно также и то, что тангенциальный тонарм не нуждается в компенсаторе скатывающей силы.

В ЭПУ «Электроника Б1-04» применяются тангенциальный тонарм и сенсорное управление. Для воспроизведения грамзаписи с грампластинки достаточно коснуться сенсорного контакта, а все остальное осуществляет схема автоматики: она определяет формат грампластинки, опускает звукосниматель точно на вводную канавку,

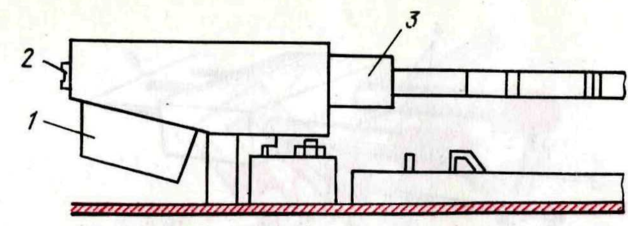


Рис. 8.6. Механизм балансировки звукоснимателя

поднимает его, когда игла выйдет на выводную канавку, и возвращает в исходное положение. Предусмотрено также выборочное воспроизведение любого участка грампластинки.

Основными частями *головки* являются иглодержатель с иглой и преобразователь механических колебаний в электрические. Преимущественное распространение получили головки пьезоэлектрической и магнитной систем.

Пьезоэлектрические головки более чувствительны, не подвержены электромагнитным наводкам и просты по конструкции. Недостатком их является механическая связь подвижной системы головки с пьезоэлементом, что в конечном счете значительно снижает так называемую гибкость звукоснимателя, вынуждает работать с относительно большой прижимной силой (60—70 мН), ведет к быстрому изнашиванию игл и грампластинок.

По сравнению с пьезоэлектрическими магнитные головки обладают лучшей частотной характеристикой. Они обеспечивают высокое качество воспроизведения грамзаписи при минимальном износе пластинки. Однако чувствительность магнитной головки невысока, поэтому в ЭПУ встроен предварительный усилитель. Кроме того, магнитные головки сложны для производства, а следовательно, дороги. Однако эти недостатки окупаются высокими качественными показателями магнитных головок и повышенным сроком службы игл и грампластинок.

Конструкция стереофонической головки звукоснимателя с трубчатыми керамическими пьезоэлементами показана на рис. 8.7. При воздействии модулированной канавки грампластинки на иглу *2* последняя начинает колебаться. Колебания через стержень иглодержателя *1* и гибкий передатчик (поводок) *3* передаются пьезоэлементам *4*, закрепленным в демпфере *5*. За счет этого механического воздействия на электродах каждого пьезоэлемента возникают заряды противоположного знака, значения которых пропорциональны амплитуде отклонения иглы головки звукоснимателя от среднего положения. Электроды пьезоэлементов электрически связаны с выводами *6*. Демпфер служит для гашения паразитных резонансных колебаний пьезоэлементов.

Пьезоэлектрические головки звукоснимателей выпускаются как в монофоническом, так и в стереофоническом исполнении. Для монофонических ЭПУ 2-й группы сложности предназначены пьезоэлектри-

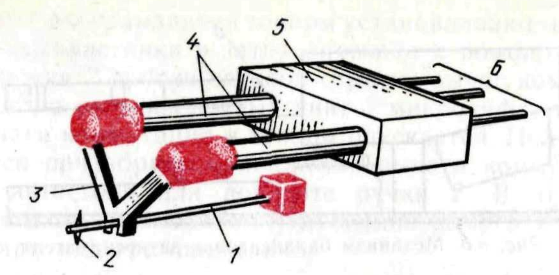


Рис. 8.7. Конструкция стереофонической головки пьезоэлектрического звукоснимателя

ческие головки типа ГЗК-661, а для монофонических и стереофонических ЭПУ этой группы — головки типа ГЗКУ-631Р и их модификации с алмазной иглой ГЗКУ-631РА.

Кроме пьезоэлектрических головок, в стереофонических ЭПУ 1-й и 0-й групп сложности применяются магнитные головки звукоснимателей. На рис. 8.8 изображено схемное устройство магнитной головки звукоснимателя с подвижным магнитом. В корпусе головки имеются два магнитопровода *3*, представляющие собой пакеты пластин из железоникелевого сплава с высокой магнитной проницаемостью. На магнитопроводах, полюсы которых выведены в сторону подвижной системы головки, расположены катушки *4*. На иглодержателе *1* вдоль его оси установлен микромагнит *2*, имеющий форму бруска. Зазор между микромагнитом и торцами полюсов составляет около 0,3 мм. При воспроизведении грамзаписи колебания иглы через иглодержатель передаются микромагниту, расположенному между полюсными наконечниками левого и правого каналов, и в катушках индуцируется ЭДС пропорционально колебательной скорости иглы. Широкое распространение получили магнитные головки типа ГЗМ-105, ГЗМ-005 и др.

В головках звукоснимателей применяются постоянные корундовые и алмазные иглы, которые имеют правильную коническую или эллиптическую форму и зеркальную полировку. Так как иглы для пластинок с узкой и широкой канавками различаются размерами, головки звукоснимателя изготовляют сменными (каждая для определенного типа пластинок) или снабжают сменными вставками с определенными типами игл или с двумя переключаемыми иглами.

Необходимость смены иглы вызывается тем, что в обычных пластинках звуковая канавка имеет глубину 50 мкм и ширину 150 мкм при радиусе закругления до 30 мкм. У долгоиграющих пластинок глубина канавки около 18 мкм, ширина до 50 мкм, а радиус закругления не превышает 10 мкм. Эти размеры определяют различную форму иглы головки звукоснимателя. Поэтому во избежание порчи звуковой канавки недопустима работа с иглами не своего размера.

Для каждого типа звукоснимателя существует оптимальная прижимная сила иглы к канавке, при которой износ пластинки и нелинейные искажения наименьшие. Для пьезоэлектрических звуко-

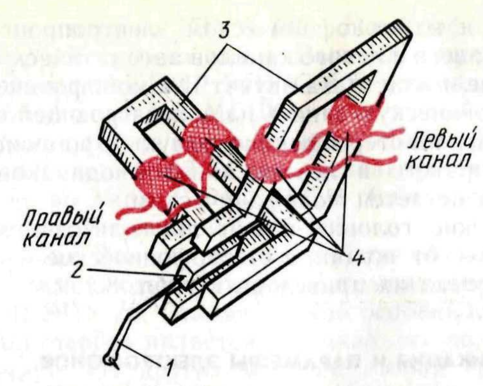


Рис. 8.8. Устройство магнитной головки

снимателей прижимная сила не должна превышать 70 мН, для магнитных — устанавливается в зависимости от группы сложности ЭПУ: для 2-й группы 30 мН, 1-й — 20 мН и 0-й группы не более 15 мН. Прижимную силу регулируют с помощью пружины или противовеса в тонарме.

Стереофонический звукосниматель подсоединяют к двухканальному усилителю с двумя разнесенными головками громкоговорителей. Регулировка громкости и тембра должна осуществляться в обоих каналах одновременно спаренными переменными резисторами. Стереобаланс, т. е. выравнивание усиления обоих каналов, также выполняют с помощью спаренных переменных резисторов, включенных на входах усилителей звуковой частоты (УЗЧ) правого и левого каналов последовательно с регуляторами громкости.

В заключение следует отметить, что стереофонические грампластинки обладают свойством совместимости, т. е. их запись можно

Табл. 8.1. **Маркировка выводов головки стереофонического звукоснимателя**

Число контактных выводов головки	Назначение контактного вывода головки	Номер контактного вывода головки	Цвет провода (маркировка)
3	Левый канал	1	Белый
	Общий	2	Черный
	Правый канал	3	Красный
4	Левый канал (прямой провод)	1	Белый
	Левый канал (обратный провод)	2	Синий
	Правый канал (прямой провод)	3	Красный
	Правый канал (обратный провод)	4	Зеленый

Примечание. Допускается применение пятипроводного подключения. В этом случае общий вывод головки звукоснимателя должен иметь провод черного цвета.

5 Зак. 1895

воспроизводить и на монофоническом электропроигрывателе. При этом сигналы правого и левого каналов автоматически складываются в звукоснимателе и пластинка звучит как монофоническая. С другой стороны, монофоническую запись на долгоиграющей пластинке можно воспроизводить на стереофоническом электропроигрывателе. При этом сигналы правого и левого каналов одинаковы, а звуковое воспроизведение остается монофоническим.

Монофонические головки имеют два или три вывода: два от кристалла, один — от экрана, а стереофонические — три или четыре вывода. Маркировка их приведена в табл. 8.1.

8.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОФОНОВ

Электрофон представляет собой радиотехнический аппарат, в состав которого входит электропроигрывающее устройство, усилитель звуковой частоты и блок питания. Электрофон предназначен для воспроизведения механической записи с обычных и долгоиграющих моно- и стереофонических грампластинок. Кроме того, он обеспечивает запись с грампластинок на магнитофон и воспроизведение записей с магнитофонной приставки.

По электрическим и электроакустическим параметрам и потребительским (эксплуатационным) удобствам электрофоны в соответствии с ГОСТ 11157—80 делятся на четыре группы сложности: высшая (0), 1, 2 и 3-я.

Электрофоны высшей (0) и 1-й групп сложности изготовляют в стереофоническом исполнении, 2-й и 3-й — в стереофоническом или монофоническом. По виду питания электрофоны подразделяются на модели с питанием от сети переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 220 В и допустимым отклонением $\pm 10\ \%$ и от автономных источников постоянного тока с номинальным напряжением 6, 9 или 12 В, допустимым отклонением плюс 10 — минус 30 %.

Условное обозначение электрофона состоит из слова «электрофон», торгового названия и числового трехзначного индекса. Первая цифра индекса обозначает группу сложности, вторая и третья — порядковый номер разработки модели. Для стереофонических моделей электрофонов после цифрового индекса добавляется слово «стерео». Например, электрофон «Каравелла-203-стерео» расшифровывается следующим образом: стереофонический электрофон «Каравелла» 2-й группы сложности, третья модель.

Параметры электрофона определяются характеристиками всех его составных частей: ЭПУ, тракта усиления сигналов звуковой частоты и блока питания. К основным параметрам электрофонов относятся номинальная выходная мощность тракта воспроизведения грамзаписи, диапазон воспроизводимых звуковых частот, коэффициент гармоник, уровень фона и наводок всего тракта электрофона, переходные затухания между стереоканалами и др.

Электрофоны высшей группы сложности «Аккорд-001-стерео», «Аллегро-002-стерео» выполнены на базе электропроигрывающего устройства типа I-ЭПУ-73С. В звукоснимателе данного ЭПУ применена магнитная головка ГЗУМ-73С. Электрофоны «Арктур-004-стерео», «Арктур-005-стерео», как и «Вега-109-стерео», выполнены на базе ЭПУ производства ПНР ЭПУ-G-602 и оснащены звукоснимателем с магнитной головкой МГ100.

В *электрофонах 1-й группы сложности* «Вега-103-стерео», «Вега-104М-стерео», «Мелодия-103-стерео» используется электропроигрывающее устройство типа II-ЭПУ-62СМ (обозначение по старому ГОСТу) с магнитной головкой ГЗМ-105.

В *электрофонах 2-й группы сложности* «Аккорд-201-стерео» и «Аккорд-203» применяются электропроигрывающие устройства типа II-ЭПУ-74С и II-ЭПУ-76. Отличительной особенностью электрофона «Каравелла-203-стерео» является вертикальное положение проигрываемой пластинки. От других моделей второй группы сложности «Каравелла-203-стерео» отличается рядом важных потребительских качеств. В ней используются непосредственный привод диска ЭПУ от сверхтихоходного асинхронного двигателя с электронной стабилизацией частоты вращения, звукосниматель на базе тангенциального тонарма и новой пьезоэлектрической головки ГЗК-208. В ЭПУ предусмотрено стробоскопическое устройство со встроенной подсветкой и плавная регулировка частоты вращения диска.

Электрофоны 3-й группы сложности выпускаются в виде переносных или стационарных конструкций. Электрофон «Лидер-302» является полуавтоматом с автономным питанием, позволяющим воспроизводить запись с частотой вращения 33,33 об/мин с грампластинок диаметром 175 мм. В электрофонах «Лидер-303», «Лидер-305» используется электродвигатель с электронным устройством, обеспечивающим регулировку частоты вращения диска электропроигрывателя.

8.4. ЭЛЕКТРОФОН «НОКТЮРН-212-СТЕРЕО»

Электрофон «Ноктюрн-212-стерео» 2-й группы сложности предназначен для электроакустического воспроизведения моно- и стереофонических записей с грампластинок всех форматов. Кроме того, электрофон можно использовать как усилитель сигналов звуковой частоты при подключении к нему магнитофона, малогабаритного радиоприемника, радиотрансляционной линии, а также для записи с грампластинки на магнитную ленту.

Конструктивно электрофон состоит из следующих блоков: коммутации (А1); усилителей звуковой частоты (А2, А3); стабилизатора (А4) и акустических систем (А5, А6). Каждая акустическая система состоит из двух динамических головок громкоговорителей типа 4ГД-35, включенных последовательно. В электрофоне применено электропроигрывающее устройство 2-ЭПУ-62СП с головкой звукоснимателя ГЗКУ-631Р или ГЗКУ-631РА.

Основные технические характеристики. Частота вращения диска ЭПУ 33,33; 45,11 и 78 об/мин; номинальный диапазон воспроизводимых частот 40—16 000 Гц; номинальная выходная мощность 4 Вт; чувствительность тракта усиления звуковой частоты со входа для подключения звукоснимателя, магнитофона 50—250 мВ, радио-

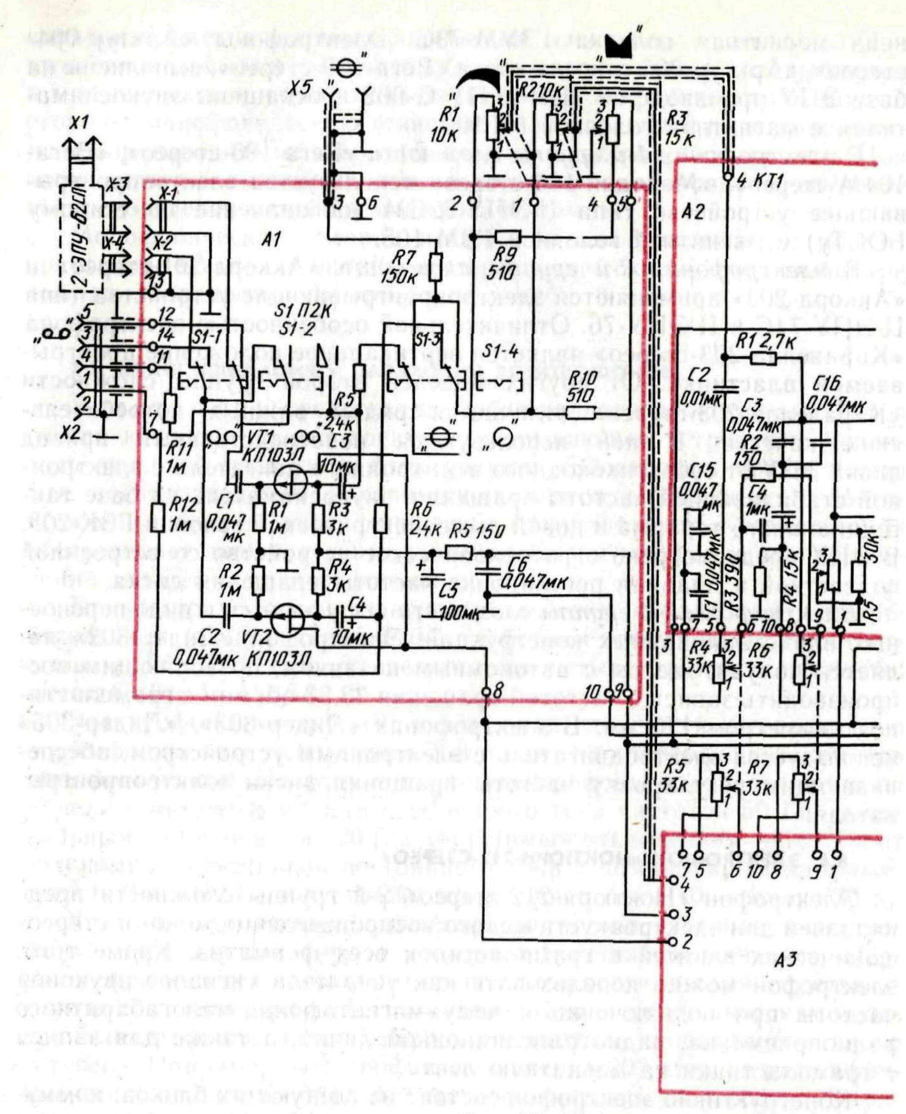


Рис. 8.9. Принципиальная электрическая

трансляционной линии 10—30 В; номинальное сопротивление нагрузки каналов тракта усилителей 8 Ом; коэффициент гармоник тракта усилителей со входа «Магнитофон» по электрическому напряжению на частотах 63, 1000, 4000 и 8000 Гц не более 1,5 %. Питание электрофона осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Мощность, потребляемая от сети, не более 60 Вт.

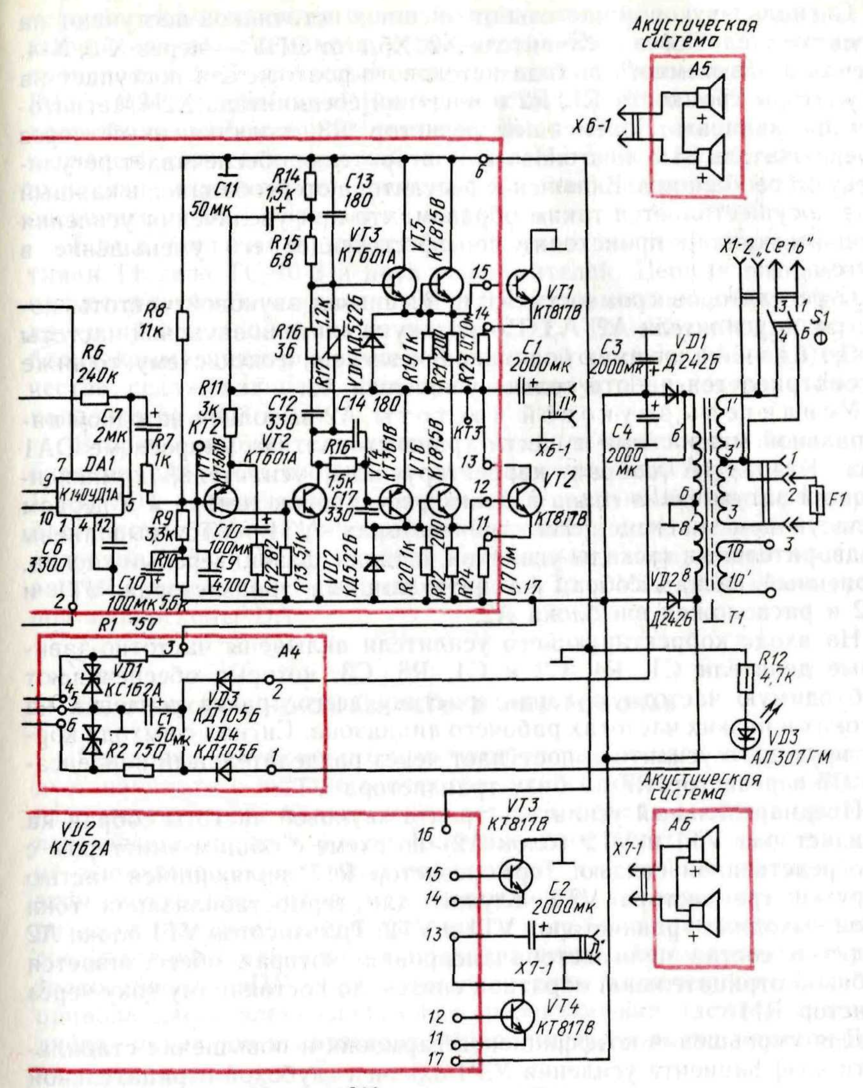


схема электрофона «Ноктюрн-212-стерео»

Принципиальная электрическая схема (рис. 8.9). Блок коммутации А1 предназначен для оперативного подключения к основному каналу усиления электрофона собственного ЭПУ и различных внешних источников звуковых программ. Он представляет собой истоковый повторитель с нерегулируемым входом, собранный на двух полевых транзисторах VT1 и VT2 и коммутируемый кнопочным переключателем S1 типа П2К.

Сигналы звуковой частоты от внешних источников поступают на переключатель через соединители X2, X5, а от ЭПУ — через X-3, X-4. Сигнал с низкоомного выхода истокового повторителя поступает на регуляторы громкости R1, R2 и внешний соединитель X2 «Магнитофон на запись». Переменный резистор R3, подключенный через переключатель S1.3 к истоковому повторителю, обеспечивает регулировку стереобаланса. Включение регулятора стереобаланса в каждый канал осуществляется таким образом, что при увеличении усиления в одном канале происходит соответствующее его уменьшение в другом.

С регуляторов громкости R1 и R2 сигнал звуковой частоты подается на усилители A2, A3. Поскольку усилители звуковой частоты каждого из каналов имеют одинаковую электрическую схему, то ниже рассматривается работа только усилителя A2.

Усилитель звуковой частоты A2 выполнен на одной интегральной микросхеме и шести транзисторах. На микросхеме DA1 типа К140УД1А собран корректирующий усилитель, компенсирующий затухание сигнала в цепях регулировок тембра и в первом согласующем каскаде. На транзисторах VT1—VT6 выполнены предварительные каскады усиления, а также фазоинверсный каскад. Оконечный каскад собран на двух мощных транзисторах VT1 и VT2 и расположен вне блока A2.

На входе корректирующего усилителя включены частотно-зависимые делители C1, R4, C2 и C4, R6, C3, которые обеспечивают необходимую частотную характеристику всего тракта усиления на высоких и низких частотах рабочего диапазона. Сигнал с выхода корректирующего усилителя поступает через разделительный конденсатор C7 и резистор R7 на базу транзистора VT1.

Предварительный усилитель тракта звуковой частоты собран на транзисторах VT1 и VT2 (блок A2) по схеме с общим эмиттером с непосредственной связью. Терморезистор R17, являющийся частью нагрузки транзистора VT2, служит для термостабилизации тока покоя выходных транзисторов VT1 и VT2. Транзисотор VT1 блока A2 входит в состав цепи автобалансировки, которая обеспечивается глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор R11.

Для уменьшения коэффициента гармоник и повышения стабильности коэффициента усиления УЗЧ охвачен глубокой отрицательной обратной связью по переменному напряжению. Напряжение обратной связи поступает с делителя R11, C10, R12. Для предотвращения возможности самовозбуждения включены конденсаторы C9, C12, C13, C14, создающие завал частотной характеристики на верхних частотах.

На транзисторах VT3 и VT4 собран фазоинверсный каскад, который согласуется через эмиттерные повторители (VT5 и VT6) с мощным выходным каскадом. Для защиты от пробоя переходов эмиттер-база транзисторов VT5 и VT6 в их базовые цепи включены диоды VD1 и VD2.

Выходной каскад выполнен на транзисторах VT1 и VT2 с параллельным включением нагрузки. Напряжения, воздействующие на выходной каскад, снимаются с резисторов R21 и R22 и находятся в противофазе. С помощью проволочных низкоомных резисторов R23 и R24 в цепи эмиттеров транзисторов VT1 и VT2 достигается достаточно эффективная температурная стабилизация оконечных каскадов усилителя звуковой частоты. Нагрузкой усилителя служит выносная акустическая система A5, подключаемая с помощью соединителя X6-1 (правый канал).

Блок питания электрофона состоит из трансформатора питания T1 типа ТС-40-3 и двух выпрямителей. Первый выпрямитель является нестабилизированным источником питания. Он собран по двухполупериодной схеме на диодах VD1, VD2 и служит для питания блока коммутации и усилителей звуковой частоты (A1—A3). В качестве сглаживающего фильтра используются электролитические конденсаторы C3 и C4.

Второй выпрямитель является стабилизированным источником питания (A4). Он собран по двухполупериодной схеме на диодах VD3, VD4. Напряжение с выпрямителя через емкостный фильтр C1 поступает на параметрический стабилизатор, выполненный на стабилитронах VD1 и VD2. Стабилизированным напряжением обеспечивается питание полевых транзисторов VT1 и VT2 (A1) и интегральной микросхемы DA1.

8.5. ОТЫСКАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОФОНАХ

Проверку неисправного электропроигрывающего устройства следует начинать с внешнего осмотра, чтобы обнаружить видимые на глаз механические повреждения деталей, монтажа, обрыв проводов, перегоревший резистор и др. Если внешним осмотром неисправность не выявляется, электрофон подключают к источнику питания. При этом необходимо проверить напряжение автономного источника питания (батареи), а при питании от сети — исправность контактов соединителей в сети питания, предохранители. Затем проверяют работоспособность ЭПУ, в том числе системы включения-выключения, привода диска электродвигателя, переключения частоты вращения диска, механизмов автостопа, микролифта, головки звукоснимателя и др.

При проверке работоспособности ЭПУ на разных частотах вращения диска обращают внимание на качество воспроизведения грамзаписей: прослушивание шумов приводного механизма, детонацию, фон. Проверка работоспособности позволяет определить характер неисправности ЭПУ, после чего приступают к определению дефекта по методике, соответствующей характеру неисправности.

В процессе эксплуатации электрофонов встречаются следующие неисправности: отсутствует звук или плохое качество звучания; не вращается диск; частота вращения диска отклоняется от номинального значения; не срабатывает или преждевременно срабатывает автостоп и др.

Когда при включении ЭПУ *не вращается диск*, то следует проверить исправность электродвигателя и фрикционного механизма: если вращается ротор электродвигателя, значит неисправен фрикционный механизм; если ротор не вращается, возможен обрыв выводов обмоток электродвигателя (сопротивление обмоток должно соответствовать паспортным данным установленного электродвигателя); если все токоведущие цепи электродвигателя исправны, но при включении ЭПУ двигатель не вращается, следует проверить, не загустел ли смазочный материал в подшипниках. Загустевший смазочный материал удаляют с помощью спирта или одеколона.

При *преждевременном срабатывании или несрабатывании механизма автостопа* следует отрегулировать рычаги. Если туго вращается рычаг на оси звукоснимателя, то необходимо смазать ось и втулку техническим вазелином.

Когда в электрофоне с исправным источником питания при воспроизведении грамзаписи *звук отсутствует*, необходимо проверить цепи входного и выходного сигналов. В случае исправности этих цепей необходимо проверить режимы работы транзисторов по постоянному току, что часто позволяет обнаружить место и характер неисправности. Измеренные напряжения не должны отличаться от указанных в таблице, инструкции или на принципиальной схеме электрофона более чем на 10 %. Значительные отклонения означают, что проверяемый каскад электрофона неисправен. При обнаружении неисправного каскада необходимо проверить все входящие в него радиоэлементы.

Причиной плохого звучания чаще всего бывает поломка или трещина кристалла головки звукоснимателя или же износ иглы. Для устранения дефекта надо заменить головку звукоснимателя либо иглодержатель.

Неисправности цепей прохождения сигнала выявляют с помощью звукового генератора, осциллографа и вольтметра переменного тока. Сигнал от генератора, амплитуда которого указана в карте напряжений, с частотой 1000 Гц подают на вход электрофона. Осциллографом и вольтметром контролируют прохождение сигнала покаскадно. Измеренные значения сигнала в каскадах сравнивают со значениями соответствующих напряжений, приведенными на принципиальной схеме или на карте напряжений. Определив неисправный каскад, приступают к его тщательному осмотру: проверяют его радиоэлементы и состояние печатных проводников.

В случае *отслаивания фольги* необходимо поврежденное место тщательно очистить от грязи. Затем на фольгу и гетинакс в месте повреждения наносят тонкий слой клея БФ-2 или БФ-4 и проводят горячим электропаяльником по отслоившемуся участку фольги. Следует тщательно проверить фольгу, убедиться, что отсутствуют паразитные замыкания и разрывы.

Если произошло *отслаивание и разрыв фольги*, то удаляют остатки фольги и данного проводника. Затем точки (не более четырех), электрический контакт между которыми необходимо восстановить, соединяют с помощью медного луженого проводника диаметром 0,3—

0,4 мм. Для предотвращения замыканий на провод надевают полихлорвиниловую трубку. При отслаивании и разрыве печатного проводника, связывающего более четырех точек, плату лучше заменить.

Замену радиоэлементов на печатных платах рекомендуется производить в такой последовательности: выпаять элемент с помощью электрического паяльника (лучше с помощью бокорезов выкусить радиоэлемент, оставив концы выводов не менее 5 мм); выводы устанавливаемого радиоэлемента подготовить соответствующим образом и подпаять к печатным линиям через отверстия в плате или к оставшимся концам выводов.

Особенно внимательными нужно быть, когда радиоэлемент извлекается не для замены, а для проверки его исправности. В этом случае перекусывать выводы нельзя. Радиоэлемент должен быть аккуратно выпаян. Извлекать радиоэлементы из платы следует только в крайнем случае.

8.6. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ЭПУ

Проверку и регулировку электропроигрывающих устройств рассмотрим применительно к моделям 2-й группы сложности, имеющим аналогичную конструкцию. Сюда входит проверка частоты вращения диска, уровня детонации, работы автостопа, микролифта и регулировка давления иглы головки звукоснимателя на грампластинку. Методику данной проверки можно распространить и на другие модели ЭПУ с учетом их особенностей.

Проверка частоты вращения диска проводится с помощью стробоскопического диска при освещении его импульсной лампой ИФК-120, питаемой напряжением электрической сети. Для определения частоты вращения диска ЭПУ необходимо установить стробоскопический диск (рис. 8.10) на диск ЭПУ, отцентрировать его и осветить импульсной лампой ИФК-120. О частоте вращения диска можно судить по движению меток парных окружностей: при соответствии частоты вращения ее номинальному значению метки обеих окружностей равномерно движутся в противоположные стороны; при повышенной частоте метки движутся по часовой стрелке, а при пониженной — против часовой стрелки. Частоту вращения диска проверяют без нагрузки и под нагрузкой, при этом игла головки звукоснимателя должна находиться в канавке с шагом 0,5 мм. При несоответствии частоты вращения необходимо проверить легкость хода диска и наличие смазочного материала в его подшипнике.

Некоторые модели ЭПУ снабжены стробоскопическим устройством, позволяющим осуществлять подстройку частоты вращения диска. В этом случае при установке номинального значения частоты вращения диска стробоскопические метки в окошке стробоскопического устройства должны быть неподвижны.

Проверка коэффициента детонации осуществляется при помощи измерительной грампластинки ИЗМ-0208 с записью синусоидального сигнала частотой 3150 Гц и детонометра. Подключив выход звукоснимателя к детонометру, коэффициент детонации отсчитывают по

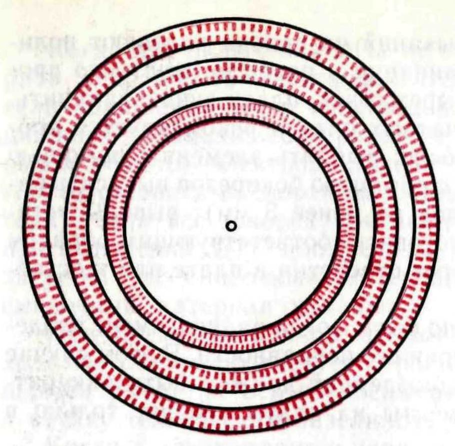


Рис. 8.10. Стробоскопический диск для проверки средней частоты вращения диска: внутренняя группа штрихов для 78 ± ± 1,4 об/мин; средняя группа штрихов для 45 ± 0,8 об/мин; внешняя группа штрихов для 33,3 ± 0,6 об/мин

шкале при воспроизведении записи измерительной грампластинки. Случайные выбросы (показания), повторяющиеся не чаще одного раза в течение 10 с, не учитываются. Если коэффициент детонации больше нормы, необходимо найти причину детонации и после ее устранения повторить измерение. Основной причиной увеличения детонации ЭПУ является неисправность движущихся узлов и деталей механизма (например, диска, промежуточного ролика, ступенчатой насадки и др.).

Проверка работы автостопа производится с помощью измерительных грампластинок типа ИЗМ33Д-0169 (шаг канавки 0,5 мм) и ИЗМ33Д-0170 (шаг канавки 3 мм) путем их трехкратного проигрывания.

Автостоп должен срабатывать при выходе иглы звукоснимателя на канавку с шагом 3 мм, диаметром не менее 130 мм. При шаге канавки 0,5 мм автостоп не должен срабатывать. Для его нормальной работы острый конец рычага должен находиться на расстоянии 10 ± 0,3 мм от центра диска. Раннее и позднее срабатывание автостопа устраняется путем подгибания регулируемого упора. В случае позднего срабатывания упор подгибается в сторону центра диска, а при раннем — в противоположную сторону.

Проверка работы микролифта заключается в следующем. Механизм микролифта устанавливает высоту звукоснимателя над грампластинкой. При подъеме и опускании звукоснимателя с помощью микролифта над любым местом зоны записи ориентация звукоснимателя не должна изменяться. Опускание звукоснимателя должно быть плавным, без ударов о пластинку. При выключении ЭПУ конец иглы головки звукоснимателя должен удерживаться микролифтом на высоте не менее 5 мм над грампластинкой, а при включении ЭПУ конец иглы должен касаться резиновой прокладки диска, не задевая при этом основания ЭПУ. Регулировка подъема и опускания иглы относительно диска осуществляется с помощью винта, расположенного внутри пластмассовой втулки (на лицевой панели ЭПУ) у основания звукоснимателя.

Проверка прижимной силы головки звукоснимателя на грампластинку производится с помощью граммометра. Иглу звукоснимателя устанавливают непосредственно на щуп граммометра, который должен находиться на уровне грампластинки. Прижимную силу на иглу регулируют натяжением пружины, расположенной у оси звукоснимателя. Прижимная сила на иглу не должна превышать нормы,

указанной для данной модели ЭПУ. Например, для ЭПУ 2-й группы сложности прижимная сила на иглу звукоснимателя с пьезоэлектрической головкой составляет не более 70 мН. Если прижимная сила превышает указанное значение, то необходимо усилить натяжение пружины звукоснимателя перестановкой ее на фиксаторе на несколько витков. Если прижимная сила меньше 58 мН, натяжение пружины необходимо ослабить. Следует помнить, что прижимная сила, превышающая 70 мН, приводит к повышенному износу грампластинки и самой иглы.

Поскольку большинство ЭПУ по конструкции идентичны, то *правила эксплуатации ЭПУ* и *ухода за ними*, описываемые ниже, относятся ко всем основным моделям. Главные требования — это периодическое смазывание (после 150—200 ч работы) отдельных деталей и узлов и соблюдение правильности разборки и сборки ЭПУ. Перед смазыванием трущиеся поверхности тщательно протирают техническим спиртом или одеколоном. Подшипники электродвигателя смазывают индустриальным № 12 или трансформаторным маслом. Чтобы смазать верхний подшипник, предварительно снимают диск и затем через отверстие в верхнем кронштейне ЭПУ вводят 3—4 капли масла при помощи масленки или пипетки. Смазывание нижнего подшипника для моделей II-ЭПУ-52С, II-ЭПУ-74С осуществляют через встроенный маслопровод. При этом нельзя допускать попадания масла на ось электродвигателя, на внутреннюю поверхность диска ЭПУ, а также на рабочие поверхности ступенчатого и фрикционного роликов. Если это произошло, указанные места протирают ватным тампоном, смоченным в спирте.

Если электропроигрывающим устройством не пользовались длительное время, то рекомендуется вначале снять стопорные шайбы и ролики с осей, затем протереть оси и втулки и произвести смазку. Трущиеся места рычагов блока управления, подшипник диска вращения, ось промежуточного ролика смазывают консистентным смазочным материалом типа ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-221 или техническим вазелином.

Несвоевременное смазывание подшипников электродвигателя может привести к остановке электродвигателя или повышенному акустическому шуму. Отсутствие смазочного материала в подшипнике диска вызывает изменение частоты вращения диска, т. е. «плавание» звука.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные узлы электропроигрывающего устройства.
2. Объясните принцип работы стереофонической головки звукоснимателя.
3. Охарактеризуйте основные параметры электрофонов.
4. Назовите характерные неисправности электропроигрывающего устройства.
5. Как проверяется частота вращения диска ЭПУ?
6. Каким образом осуществляется проверка действия автостопа ЭПУ?
7. Каковы правила эксплуатации ЭПУ и ухода за ними?

ГЛАВА 9
МАГНИТОФОНЫ

9.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МАГНИТОФОНОВ

Магнитофонами называют аппараты, предназначенные для магнитной записи и воспроизведения звука. Магнитный метод записи основан на свойстве ферромагнитных материалов намагничиваться при воздействии на них магнитного поля и сохранять остаточное намагничивание по выходе из этого поля. Степень остаточной намагниченности ленты соответствует уровню записываемых звуковых колебаний. Звуконосителем в данном случае является магнитная лента, имеющая прочную немагнитную эластичную основу, покрытую слоем ферромагнитного порошка.

Магнитофон состоит из механизма для передвижения звуконосителя, магнитных головок, усилителей, высокочастотного генератора для подмагничивания звуконосителя и стирания записей, а также блока питания.

Магнитофоны выпускаются соответственно ГОСТ 24863—81 (СТ СЭВ 1359—78) «Магнитофоны бытовые». Стандарт распространяется на бытовые магнитофоны, магнитофоны-приставки и магнитофонные панели, работающие с магнитной лентой шириной 6,25 и 3,81 мм. Стандарт не распространяется на магнитофоны, предназначенные для установки в транспортных средствах, и магнитофоны объемом менее 1,0 дм^3.

В соответствии с этим стандартом бытовые магнитофоны (катушечные и кассетные) в зависимости от основных параметров и выполняемых функций подразделяются на пять групп сложности: 0 (высшая), 1, 2, 3 и 4-я; в зависимости от условий эксплуатации — на стационарные (переносные) и носимые. Стационарные магнитофоны предназначены для работы в жилых помещениях, носимые — легко транспортируются в руке и одинаково работают в жилых помещениях и на открытом воздухе, а также во время переносок и перевозок.

В отличие от катушечных кассетные магнитофоны более устойчиво работают при переноске в условиях механических воздействий, так как их конструкция более жесткая. При низких скоростях движения ленты и малой массе рулонов в кассете практически исключены обрывы ленты, ее запутывание и образование петель. Поэтому лентопротяжные механизмы кассетных магнитофонов отличаются высокой надежностью. Эксплуатация этих магнитофонов значительно проще катушечных.

Магнитофоны по способу питания делятся на сетевые, с питанием от автономных источников и с универсальным питанием; по количеству каналов — на монофонические и стереофонические (стереофонические магнитофоны имеют два самостоятельных и идентичных по своим параметрам канала «Запись» и «Воспроизведение»); по количеству рабочих скоростей — на одно-, двух- и трехскоростные; по количеству дорожек записи — на одно-, двух- и четырехдорожечные, а также многодорожечные.

Бытовые магнитофоны просты по конструкции, надежны в работе. Запись в них осуществляется от микрофона, звукоснимателя, радиоприемника или телевизора, радиотрансляционной линии или с другого магнитофона.

Разновидностями магнитофона являются: диктофон — аппарат для записи речи с целью ее стенографирования; магнитофонная приставка (панель) — для использования совместно с другими бытовыми радиоэлектронными аппаратами (панель состоит из лентопротяжного механизма, универсального предварительного усилителя, генератора тока стирания и подмагничивания, универсальной и стирающей магнитных головок и индикатора уровня записи; магнитофонная панель не имеет в своем составе усилителя мощности и акустической системы); магнитола — магнитофонная приставка, смонтированная вместе с радиоприемником; магниторадиола — в ее состав, кроме радиовещательного приемника и магнитофонной панели, входит электропроигрывающее устройство, позволяющее воспроизводить запись с грампластинок и переписывать ее на магнитную ленту.

Маркировка каждой модели магнитофона содержит торговое название и цифровой трехзначный индекс. Его первая цифра указывает группу сложности магнитофона, вторая и третья — порядковый номер модели; затем следует слово «стерео» для стереофонических моделей. Для модернизированных моделей после номера через тире указывается порядковый номер модернизации. Например, «Электроника-310-стерео» означает стереофонический магнитофон третьей группы сложности десятой модели.

О качестве магнитофона судят по его основным параметрам, которые зависят от качества функционирования всех составных частей магнитофона. Некоторые параметры обеспечиваются главным образом свойствами магнитных лент и магнитных головок. Рассмотрим основные параметры магнитофонов.

Номинальная скорость движения магнитной ленты определяется длиной движения ее мимо магнитных головок за единицу времени. Стандартизованы следующие номинальные скорости движения магнитной ленты: 19,05; 9,53; 4,76 и 2,38 см/с. У катушечных магнитофонов 0-й и 1-й групп сложности обязательная номинальная скорость магнитной ленты должна быть 19,05 см/с, дополнительная (необязательная) — 9,53 см/с. У катушечных магнитофонов 2-й группы сложности обязательная номинальная скорость должна быть 9,53 см/с, дополнительная (необязательная) — 19,05 см/с. У кассетных магнитофонов номинальная скорость магнитной ленты должна

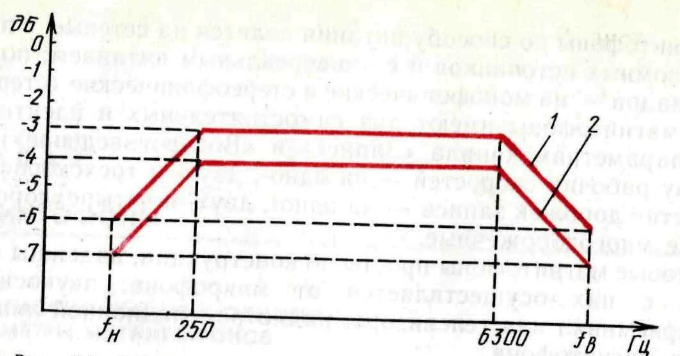


Рис. 9.1. Поля допусков частотной характеристики канала «Запись-воспроизведение»:

1 — для магнитофонов 0-й и 1-й групп сложности; 2 — для магнитофонов 2, 3, 4-й групп сложности

быть 4,76 см/с, дополнительная (необязательная) — 2,38 см/с. Чем выше скорость движения магнитной ленты, тем лучше качество записи и воспроизведения, однако при этом больше расход ленты. Отклонение скорости движения магнитной ленты от ее номинального значения должно быть не более, чем указано в ГОСТе. Выполнение этого требования позволяет осуществлять воспроизведение фонограмм, записанных на любом другом магнитофоне, без заметных изменений тональности звучания.

Детонация — искажения, обусловленные непостоянством скорости движения магнитной ленты при записи и воспроизведении. Количественно детонация характеризуется коэффициентом, который рассчитывается в процентах как отношение амплитуды колебания скорости движения магнитной ленты к ее номинальному значению. Для бытовых магнитофонов коэффициент детонации должен составлять не более ±0,1—0,4 %.

Слух весьма чувствителен к детонации, но эта чувствительность неодинакова для различных частот детонаций. На слух наиболее ощутима детонация с частотой 2—8 Гц, воспринимаемая как периодическое изменение высоты тона, что принято называть «плаванием» звука. Колебания скорости с частотой 10—25 Гц воспринимаются как дрожание звука, а выше 25 Гц — уже как хриплость.

Входное напряжение — значение величины сигнала данного входа, в пределах которого магнитофон должен обеспечить запись с эффективным значением остаточного магнитного потока, относительным уровнем помех и коэффициентом гармонических искажений, которые указаны в ГОСТе.

Рабочий диапазон частот на линейном выходе магнитофона — это диапазон воспроизводимых частот, в пределах которого неравномерность амплитудно-частотной характеристики каналов «Воспроизведение» и «Запись-воспроизведение» не выходит за пределы установленных ГОСТом допусков. На рис. 9.1 изображены амплитудно-частотные характеристики бытовых магнитофонов. За пределами ука-

занного на рис. 9.1 допуска разрешается (для каналов «Воспроизведение» и «Запись-воспроизведение») устанавливать различные значения $f_н$ и $f_в$. Частотная характеристика по звуковому давлению всегда несколько уже, чем на линейном выходе (за счет искажений, вносимых усилителем мощности и акустической системой).

Частотные искажения магнитофона зависят от частотной характеристики системы магнитной записи и коррекции этой характеристики в усилителях магнитофона. Величина частотных искажений оценивается неравномерностью частотной характеристики канала «Запись-воспроизведение», т. е. отношением напряжения на выходе канала «Воспроизведение» на частоте 1000 Гц к напряжению на крайней частоте рабочего диапазона при одном и том же напряжении на входе канала «Запись».

Гармонические искажения магнитофона характеризуются искажениями формы сигнала. Они определяются коэффициентом гармоник и выражаются в процентах. Коэффициент гармонических искажений на линейном выходе находится в пределах 1,5—5 % для магнитофонов всех групп сложности, и 5—10 % коэффициент гармонических искажений по звуковому давлению для магнитофонов 2, 3 и 4-й групп сложности.

Динамический диапазон (относительный уровень помех) — отношение максимального и минимального уровней сигнала на входе или выходе магнитофона — измеряется в децибелах. Динамический диапазон ограничивается снизу уровнем помех, а сверху — максимальным уровнем сигнала, при котором гармонические искажения не превышают заданного значения. Для магнитофонов среднего качества динамический диапазон составляет 46—54 дБ, а для высококачественных 58—60 дБ. Относительный уровень помех сквозного канала численно равен отношению напряжения на выходе магнитофона при воспроизведении «паузы» (отсутствии сигнала на входе) к напряжению на том же выходе при воспроизведении записи с максимальным уровнем.

Номинальный уровень записи — это значение остаточного магнитного потока ленты, при котором коэффициент гармонических искажений не превышает определенного значения. Величина остаточного магнитного потока выражается в нановеберах на 1 м или пиковеберах на 1 мм ширины дорожки записи. Номинальный уровень записи для магнитофонов всех групп сложности соответствует эффективному значению остаточного магнитного потока 256 нВб (±2 дБ) на 1 м ширины дорожки записи на частоте 400 Гц. Указанное значение остаточного магнитного потока должно обеспечиваться при номинальных показаниях индикатора уровня записи.

Постоянная времени индикатора уровня записи должна находиться в пределах от 60 до 350 мс, а время обратного хода индикатора — в пределах от 1,0 до 2,5 с. Для магнитофонов 0-й и 1-й групп сложности предпочтительно применение индикатора средних значений, время интеграции и обратного хода которого должно быть от 150 до 250 мс.

Питание магнитофонов осуществляется от сети переменного тока

напряжением 220 В с допускаемым отклонением $\pm 10\%$ и от автономных источников напряжением 6; 9; 12 или 15 В с допускаемым отклонением плюс 10 — минус 30 %.

Потребляемая мощность катушечных магнитофонов-приставок не должна быть более 150, 110 и 60 Вт для магнитофонов соответственно 0, 1 и 2-й групп сложности. Потребляемая мощность кассетных стационарных магнитофонов-приставок не должна быть более 55; 50; 50 и 35 Вт для магнитофонов соответственно 0, 1, 2 и 3-й групп сложности.

Масса носимых и переносных монофонических магнитофонов с питанием от автономных источников не должна превышать 4,2; 3,7 и 2,7 кг для магнитофонов соответственно 2, 3 и 4-й групп сложности. Масса носимых и переносных стереофонических магнитофонов с питанием от автономных источников не должна быть более 4,8 и 4,2 кг для магнитофонов соответственно 2-й и 3-й групп сложности. Для магнитофонов с универсальным питанием допускается увеличение массы до 0,5 кг относительно приведенных норм.

Масса катушечных магнитофонов-приставок не должна быть более 25; 22 и 16 кг для магнитофонов соответственно 0, 1 и 2-й групп сложности. Масса кассетных стационарных магнитофонов-приставок не должна превышать 10; 10; 8 и 6 кг для магнитофонов соответственно 0, 1, 2 и 3-й групп сложности.

9.2. МАГНИТНЫЕ ЛЕНТЫ

В магнитофонах в качестве звуконосителя применяют магнитную ленту. Она состоит из основы и нанесенного на нее с одной стороны рабочего слоя. Материалом основы является диацетилцеллюлоза, триацетилцеллюлоза или полиэтилентерефталат (лавсан). Рабочим слоем служат магнитные порошки и некоторые другие вещества, улучшающие физико-механические, магнитные и электроакустические свойства ленты. В качестве магнитных порошков используются гамма-оксид железа, оксид железа с добавками кобальта, диоксид хрома в чистом виде с добавками сурьмы и теллура и другие соединения. Применение сверхтонких порошков из железа, где частицы имеют игольчатую форму, позволяет уменьшить толщину ленты.

Качество магнитных лент оценивается рядом физико-механических параметров: прочностью на разрыв, относительным удлинением после снятия нагрузки, сабельностью (величиной наибольшего провисания нормально натянутой в магнитофоне ленты), абразивностью, теплостойкостью, влагостойкостью. К основным электрическим параметрам магнитных лент относятся: максимальное значение относительной величины тока оптимального подмагничивания, средняя чувствительность, частотная характеристика, нелинейные искажения, уровень шумов, копирэффект, уровень стирания и др.

Основные размеры магнитной ленты бытовых магнитофонов определены ГОСТ 8303—76. Ширина ленты для катушечных магнитофонов составляет $6{,}25 \pm 0{,}05$ мм, а для кассетных — $3{,}81 \pm 0{,}05$ мм.

Маркировка магнитной ленты производится на основании ГОСТ 17204—71. Обозначение магнитной ленты конкретного типа состоит из пяти основных элементов. Первый элемент — это буквенный индекс, обозначающий ее основное назначение (А — звукозапись; Т — видеозапись; В — вычислительная техника; И — точная магнитная запись). Второй элемент — цифровой индекс (от 0 до 9), обозначающий материал основы (2 — диацетилцеллюлоза; 3 — триацетилцеллюлоза; 4 — полиэтилентерефталат — лавсан). Третий элемент — цифровой индекс (от 0 до 9), обозначающий общую номинальную толщину магнитной ленты. Для лент типа А цифры соответствуют толщине: 2 — от 15 до 20 мкм; 3 — от 20 до 30 мкм; 4 — от 30 до 40 мкм; 5 — от 40 до 50 мкм; 6 — от 50 до 60 мкм. Четвертый элемент — цифровой индекс (от 01 до 99), обозначающий технологическую разработку. Пятый элемент — цифровой индекс, отделяемый от предыдущих дефисом (округленное значение номинальной ширины ленты, выраженное в миллиметрах). После пятого элемента указываются дополнительные буквенные индексы: П — перфорированная; Р — для радиовещания; Б — лента для бытовой аппаратуры магнитной записи.

Например, магнитная лента А4407-6Б расшифровывается следующим образом: лента для звукозаписи (буква А), выполнена на лавсановой основе (цифра 4), толщиной 34 мкм (цифра 4), седьмой технологической разработки (цифры 07), шириной 6,25 мм (цифра 6), предназначена для бытовой аппаратуры магнитной записи (буква Б).

Наиболее употребительными для катушечных магнитофонов являются ленты типа А4402-6Б, А4407-6Б, А4409-6Б, А4415-6Б, а для кассетных магнитофонов — А4203-3, А4204-3 и А4205-3. Следует помнить, что каждый магнитофон рассчитан на работу с определенным типом ленты, который указывается в заводской инструкции, прилагаемой к магнитофону. Так, например, ленту с основой из лавсана не следует применять на магнитофонах старых моделей, имеющих большие динамические нагрузки (рывки ленты при пуске и остановке и большие натяжения ее).

Катушечные магнитофоны должны обеспечивать запись и воспроизведение фонограмм с направлением, размерами и расположением дорожек записи на ленте в соответствии с рис. 9.2. Ширина дорожек равна 1 мм, расстояние между ними — 0,75 мм. Такое расположение выбрано для уменьшения воздействия одной дорожки на другую, т. е. обеспечения лучшего переходного затухания между дорожками. Однако это делает невозможным воспроизведение стереофонической фонограммы на монофоническом магнитофоне. Запись и воспроизведение должны выполняться в такой последовательности: 1, 4, 3, 2-я дорожки — при монофонической записи и монофоническом воспроизведении; 1 и 3, 4 и 2-я дорожки — при стереофонической записи и стереофоническом воспроизведении.

В кассетных магнитофонах применяют ленту шириной 3,81 мм с расположением дорожек, как показано на рис. 9.3. Дорожки левого и правого каналов находятся рядом, а не через одну, как на ленте шириной 6,25 мм. На каждой половине ленты в одном направлении



Рис. 9.2. Расположение дорожек записи на ленте шириной 6,25 мм (вид со стороны рабочего слоя ленты)



Рис. 9.3. Расположение дорожек записи на ленте шириной 3,81 мм (вид со стороны рабочего слоя ленты)

записываются две дорожки, которые при стереофонической записи предназначены для левого и правого каналов. При монофонической записи в каждом направлении используется одна объединенная дорожка, равная по ширине двум дорожкам стереофонической фонограммы и промежутку между ними. Такое расположение дорожек позволяет производить стереофонические записи на монофоническом магнитофоне, поскольку расположенные рядом две стереофонические дорожки перекрываются зазором монофонической головки.

Выпускаемая промышленностью магнитная лента намотана на пластмассовые катушки или вмонтирована в специальные малогабаритные кассеты. Лента наматывается на катушки рабочим слоем внутрь рулона, а на кассеты — рабочим слоем наружу. Пользоваться магнитной лентой в кассетных магнитофонах удобнее. В кассете лента защищена от пыли и загрязнения.

В начале и конце к ленте обычно приклеивается специальная цветная лента, называемая ракордной. Последняя изготовляется из того же материала, что и основа ленты, но толще и прочнее. Поверхность ракордной ленты матовая, что позволяет делать на ней необходимые записи. К началу магнитной ленты приклеивают ракорд

зеленого цвета, к концу — красного. Катушки для намотки магнитных лент изготовляют из полистирола.

Хранить ленту желательно в сухом помещении с температурой от +10 до +20 °C и относительной влажностью 60 %. Очень вредно для ленты продолжительное воздействие температуры свыше +30 °C и прямых солнечных лучей, так как ее основа высыхает, делается хрупкой и рвется. Ленту следует хранить в пластмассовых кассетных или картонных коробках в вертикальном положении. Ленту с записью нужно оберегать от воздействия сильных магнитных полей. Нельзя класть ее на трансформаторы и электродвигатели, находящиеся под током, динамические микрофоны и головки.

Магнитные ленты с основой из лавсана не склеиваются, их сращивают с помощью специальной липкой ленты ЛТ-40. Концы ленты обрезают под углом 45°, соединяют встык, а на нерабочую сторону наклеивают обрезок склеивающей ленты. Надо следить, чтобы концы склеиваемой ленты были соединены без зазора, иначе липкий слой склеивающей ленты может загрязнить головку магнитофона.

9.3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЛЕНТЫ

Для измерения и контроля параметров бытовой аппаратуры магнитной звукозаписи применяются лабораторные и технологические измерительные ленты.

В соответствии с ГОСТ 19786—81 измерительные лабораторные ленты имеют следующую маркировку. Первая цифра в условном обозначении типа ленты указывает на ширину ленты в миллиметрах (3 — ширина 3,81 мм, 6 — ширина 6,25 мм). Три последующие буквы «ЛИЛ» являются начальными буквами слов «лента измерительная лабораторная». Цифра после этих букв указывает на число дорожек магнитофона, для которого предназначена измерительная лента: 1 — для магнитофонов с числом дорожек 2 или 4; 2 — для магнитофонов с числом дорожек 2; 4 — для магнитофонов с числом дорожек 4. Следующая буква указывает на функциональное назначение ленты: У — для измерения напряжения на линейном выходе и уровня записи; Ч — для измерения амплитудно-частотных характеристик канала воспроизведения; Д для измерения коэффициента детонации и средней скорости движения; Н — для контроля перпендикулярности рабочих зазоров магнитных головок направлению движения ленты. Цифры в конце обозначений указывают на номинальную рабочую скорость: 19—19,05 см/с; 9 — 9,53 см/с; 4 — 4,76 см/с.

Например, лента 6ЛИЛ.1.Д.9 — это лента измерительная лабораторная шириной 6,25 мм для измерения коэффициента детонации в двух- и четырехдорожечных магнитофонах, работающих при скорости 9,53 см/с.

Измерительные ленты шириной 3,81 мм выпускаются следующих типов: 3ЛИЛ.1.У.4; 3ЛИЛ.1.Д.4; 3ЛИЛ.2.Н; 3ЛИЛ.4.Н; 3ЛИЛ.2.Ч.4-70 (лента с постоянной времени, равной 70 мкс, для измерения амплитудно-частотной характеристики канала воспроизведения магнитофонов при скорости 4,76 см/с в диапазоне частот

40—18 000 Гц); 3ЛИЛ.2.Ч.4-120 (то же, с постоянной времени, равной 120 мкс, в диапазоне частот 40—14 000 Гц).

Лента шириной 6,25 мм выпускается следующих типов: 6ЛИЛ.1.Д.4; 6ЛИЛ.1.Д.9; 6ЛИЛ.1.Д.19; 6ЛИЛ.4.У.4; 6ЛИЛ.4.У.9; 6ЛИЛ.4.У.19; 6ЛИЛ.4.Н; 6ЛИЛ.4.Ч.19 (с постоянной времени, равной 50 мкс, для измерения амплитудно-частотной характеристики канала воспроизведения четырехдорожечных магнитофонов при скорости 19,05 см/с в диапазоне частот 31,5—22 000 Гц); 6ЛИЛ.4.Ч.9 (то же, с постоянной времени, равной 90 мкс, при скорости 9,53 см/с в диапазоне частот 40—18 000 Гц); 6ЛИЛ.4.Ч.4 (то же, с постоянной времени, равной 120 мкс, при скорости 4,76 см/с в диапазоне частот 40—14 000 Гц).

Часть ленты с индексом Ч содержит стандартизированную запись ряда частот (в герцах) в следующем порядке:

для скорости 19,05 см/с — 1000, 16 000, 31,5; 40, 63, 80, 125, 250, 400, 2000, 4000, 6300, 8000, 12 500, 18 000, 20 000, 22 000;

для скорости 9,53 см/с — 400, 12 500, 40, 63, 80, 125, 1000, 2000, 4000, 6300, 8000, 10 000, 14 000, 16 000, 18 000;

для скорости 4,76 см/с — 400, 8000, 40, 63, 125, 250, 1000, 2000, 4000, 6300, 8000, 10 000, 12 500, 14 000, 16 000, 18 000.

К началу и концу каждой ленты подклеены ракорды длиной не менее 1 м: в начале ленты для скорости 19,05 см/с — желтого цвета, 9,53 см/с — синего, 4,76 см/с — белого. В конце ленты для всех скоростей цвет ракорда красный.

Наряду с вышеуказанными измерительными лентами для настройки и контроля параметров бытовых магнитофонов применяется комплект измерительных технологических лент, который в соответствии с ОСТ 4.10.000.010 имеет следующие обозначения: 6ЛИТ.4.У.9; 6ЛИТ.1.Д.9; 6ЛИТ.4.ЧВН.9 и другие в зависимости от скорости движения ленты.

Например, 6ЛИТ.4.ЧВН.9 расшифровывается следующим образом. Первая цифра указывает округленно ширину ленты в миллиметрах — 6,25; три последующие буквы являются начальными буквами слов «лента измерительная технологическая»; цифра после букв указывает число дорожек; последующие буквы — функциональное название измерительной ленты «частота — высота — наклон»; цифра в конце обозначения указывает на номинальную скорость движения ленты — 9,53 см/с.

9.4. МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ

В зависимости от выполняемых функций магнитные головки делятся на записывающие, воспроизводящие и стирающие. В бытовых магнитофонах функции записи и воспроизведения сигнала чаще всего выполняет одна и та же магнитная головка, получившая название универсальной. Условия работы магнитных головок в каждом режиме различны. Чтобы универсальная головка отвечала требованиям как записывающей, так и воспроизводящей головок, ее параметры выбирают усредненными. Более полно удовлетворяют предъявляемым к магнитным головкам требованиям раздельные, т. е. записывающие и воспроизводящие, головки. Поэтому в профессиональных и высококачественных бытовых магнитофонах применяют раздельные магнитные головки для записи и воспроизведения.

Записывающая головка служит для преобразования электрических колебаний в магнитное поле, которое намагничивает движущуюся мимо рабочего зазора головки магнитную ленту. След, оставляемый магнитным полем рабочего зазора записывающей головки на магнитной ленте в процессе записи, называется *дорожкой записи*.

Воспроизводящая головка предназначена для преобразования имеющегося остаточного магнитного потока на магнитной ленте в электрические колебания, соответствующие записанному сигналу, при движении ленты мимо рабочего зазора головки.

Стирающая головка осуществляет размагничивание ленты. Принцип размагничивания заключается в следующем: переменный ток ультразвуковой частоты генератора стирания преобразуется в переменное магнитное поле, которое при движении магнитной ленты мимо рабочего зазора головки сначала намагничивает ленту почти до насыщения, а затем размагничивает ее до нуля. Полное размагничивание ленты достигается в результате ее многократного перемагничивания с постепенным спадом магнитного поля до нуля по мере удаления размагничиваемого участка ленты от рабочего зазора стирающей головки. За время прохождения ленты около рабочего зазора стирающей головки каждый ее участок успевает намагнититься и размагнититься несколько раз.

Универсальная головка предназначена как для записи, так и для воспроизведения. Конструкция и параметры ее выбираются средними, поскольку требования к записывающей и воспроизводящей головкам различные.

Основной частью любой магнитной головки (рис. 9.4) является магнитопровод *4*, выполненный из магнитного материала, на котором размещается обмотка с проводом *2*. В магнитопроводе имеется зазор *3*, мимо которого движется магнитная лента. Дополнительный зазор *1* увеличивает магнитное сопротивление магнитопровода, предохраняя его от остаточного намагничивания. Неотъемлемой частью головки (особенно воспроизводящей) является магнитный экран *5*, который уменьшает наводки от внешних электрических и магнитных полей.

Устройство магнитных головок примерно одинаково. Они отличаются материалом, из которого выполнены, формой магнитопровода, числом витков обмоток, шириной рабочего зазора, а также наличием или отсутствием дополнительного зазора. Для записывающих головок ширина рабочего зазора находится в пределах 2—10 мкм, а дополнительного — 50—300 мкм. В воспроизводящей головке рабочий зазор составляет 1—5 мкм, а дополнительный — отсутствует, поскольку возможность насыщения магнитопровода исключена. Отсутствие дополнительного зазора позволяет увеличить чувствительность головки. Ширина рабочего зазора универсальной головки 1—5 мкм.

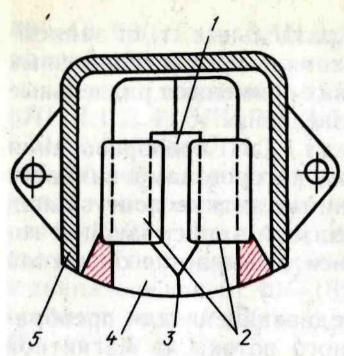


Рис. 9.4. Устройство магнитной головки

Рабочий зазор стирающей головки находится в пределах 100— 200 мкм. Дополнительный зазор у большинства универсальных и в стирающих головках также отсутствует. Чтобы избежать засорения рабочих зазоров, их заполняют диамагнитными прокладками. Для прокладок стирающих головок используют медную или латунную фольгу, для остальных головок — фосфористую или бериллиевую бронзу.

Магнитные головки выпускаются кольцевой системы с магнитопроводами в форме тороида. Такая конструкция головок имеет замкнутый ферромагнитный магнитопровод, набранный из отдельных изолированных друг от друга пластин толщиной 0,1—0,2 мм. Для изготовления магнитопроводов записывающих, воспроизводящих и универсальных головок применяется материал с высокой магнитной проницаемостью и небольшой индукцией насыщения. Обычно для этой цели используют железо-алюминиевые и железо-никелевые сплавы. Они позволяют повысить чувствительность головок, снизить ток записи, получить большую ЭДС при воспроизведении, а также хорошую частотную характеристику записи на высших звуковых частотах. В магнитофонах «Маяк-120-стерео», «Яуза-220-стерео» применяются износостойкие универсальные сендастовые (альсифер) магнитные головки, позволяющие в течение длительного времени сохранять высокие параметры тракта записи-воспроизведения.

Высота магнитопровода магнитной головки определяется шириной магнитной ленты и количеством дорожек на ней. Так, в универсальной головке бытовых магнитофонов при двухдорожечной фонограмме она равна примерно 2,5 мм, а при четырехдорожечной 1 мм; высота магнитопровода стирающей головки при двухдорожечной фонограмме равна примерно 3 мм, а при четырехдорожечной — 1,5 мм.

Магнитопроводы стирающих головок выполняются из феррита, что позволяет в несколько раз уменьшить мощность, потребляемую такой головкой от высокочастотного генератора (по сравнению с головкой, имеющей металлический магнитопровод). Это обстоятельство особенно важно для носимых магнитофонов с автономным питанием. По этой же причине у стирающих головок материалом прокладки, фиксирующей рабочий зазор, служит слюда или пластмасса.

В зависимости от количества витков обмоток головки разделяются на *низкоомные* и *высокоомные.* Высокоомные обычно применяли в ламповых магнитофонах, низкоомные используются в транзисторных и профессиональных магнитофонах. Количество витков обмотки определяется назначением магнитной головки. В транзисторных магнитофонах для получения большого отношения

сигнал/шум индуктивность универсальной головки лежит в пределах 50—100 мГн. Обмотки стирающих головок имеют небольшое число витков, что облегчает их согласование с генератором тока стирания и подмагничивания.

В зависимости от конструкции магнитных головок на магнитопроводе помещаются одна или две соединенные последовательно обмотки. Головки, у которых на каждой половине магнитопровода имеется обмотка, менее чувствительны к помехам от внешних источников магнитных полей, поскольку напряжения, индуктируемые переменным полем помех, взаимно уничтожаются. Для защиты от влияния внешних магнитных полей, которые создаются электродвигателями лентопротяжного механизма, электромагнитами, магнитные головки тщательно экранируются. Экраны стирающих головок изготовляют из меди или латуни, а всех остальных — из пермаллоя толщиной 1—3 мм. В универсальных головках применяют двойные экраны.

По количеству одновременно записываемых, воспроизводимых или стираемых дорожек различают *однодорожечные головки* и *многодорожечные блоки* универсальных и стирающих магнитных головок.

Каждый блок конструктивно объединяет две независимые магнитные головки, расположенные одна под другой на расстоянии, определяемом стандартными размерами дорожек стереофонической записи. Такое близкое соседство двух записывающих или универсальных головок может вызвать при записи или воспроизведении вредное воздействие одной головки на другую. Поэтому для устранения паразитных связей между головками применяется экранирование. В одном общем экране размещены две универсальные головки, их рабочие зазоры находятся на одной вертикали. На рис. 9.5 показаны габаритные размеры, расположение рабочих зазоров двухдорожечного блока универсальных магнитных головок, предназначенного для записи и воспроизведения четырехдорожечной фонограммы на ленте шириной 6,25 мм.

Двухдорожечная стирающая головка содержит две обычные стирающие головки, размещенные одна над другой в общей пластмассовой арматуре. Рабочие зазоры находятся на одной вертикали. На рис. 9.6 показан двухдорожечный блок стирающих магнитных головок, предназначенный для стирания четырехдорожечной фонограммы на ленте шириной 6,25 мм.

Магнитные головки кассетных магнитофонов отличаются малыми размерами, обусловленными шириной ленты. Высота магнитопровода универсальной головки при двухдорожечной монофонической записи — 1,5 мм, а при двухдорожечной стереофонической записи — 0,66 мм. Корпус головки кассетного магнитофона одновременно используют для ограничения вертикального перемещения ленты. На рис. 9.7 приведены габаритные размеры и расположение рабочих зазоров блока универсальных магнитных головок, предназначенных для записи и воспроизведения четырехдорожечной фонограммы на ленте шириной 3,81 мм.

Согласно ГОСТ 19775—81, магнитные головки и блоки магнитных

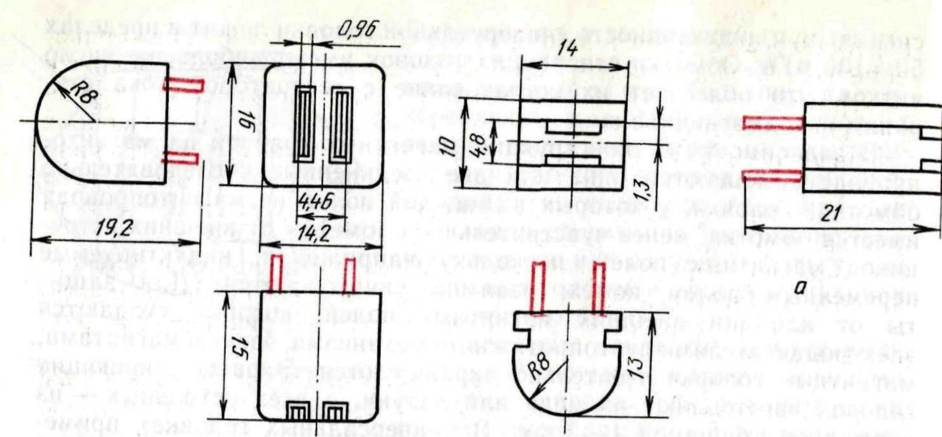


Рис. 9.5. Двухдорожечный блок универсальных магнитных головок типа 6Д24Н.4.О

Рис. 9.6. Двухдорожечный блок стирающих магнитных головок типа 6С249.1.У

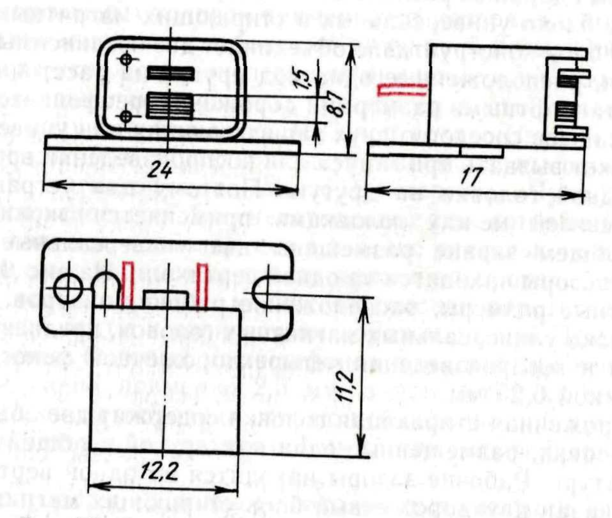


Рис. 9.7. Двухдорожечный блок универсальных магнитных головок типа 3Д24Н.1.У(О)

головок по электрическим параметрам разделяются на три группы сложности: 0 (высшая), 1 и 2-я. К 0-й (высшей) группе относятся головки для магнитофонов высшей (0) и 1-й групп сложности; к 1-й головки для магнитофонов 2-й группы сложности; ко 2-й — головки для магнитофонов 3-й и 4-й групп сложности.

Стандарт определяет буквенно-цифровые обозначения для магнитных головок: первая цифра указывает ширину магнитной ленты, для которой предназначена головка: 3 — ширина ленты 3,81 мм, 6 — ширина ленты 6,25 мм; первая буква указывает назначение головки: А — головка записи; В — воспроизведения; С — стирания;

Д — универсальная; вторая цифра — это максимальное число одновременно воспроизводимых, записываемых или стираемых дорожек фонограмм: 1 — однодорожечная; 2 — двухдорожечная; третья цифра обозначает максимальное число дорожек фонограммы в обоих направлениях ленты: 2 — двухдорожечная; 4 — четырехдорожечная фонограмма. Цифры (двухзначное число) после точки обозначают номер модификации. Последняя цифра — это группа сложности головки: 0, 1 или 2-я.

Например, 3Д24.120 — это головка для ленты шириной 3,81 мм, универсальная, двухдорожечная, для записи и воспроизведения четырехдорожечной фонограммы, двенадцатой модификации, 0-й группы сложности.

В соответствии с ГОСТ 19775—74 магнитные головки и блоки головок имели несколько иное буквенно-цифровое обозначение. Так, например, вторая буква указывала на полное сопротивление головки (Н — низкое; П — высокое). Последняя буква обозначала категорию головки (О — обычная; У — улучшенная).

9.5. ЛЕНТОПРОТЯЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Общие сведения. Лентопротяжный механизм магнитофона предназначен для перемещения магнитной ленты по рабочей поверхности магнитных головок с заданной номинальной скоростью. Кроме того, конструкция механизма должна обеспечивать удобства эксплуатации, быстрый пуск, ускоренную перемотку магнитной ленты в обоих направлениях, а также быструю остановку ее после записи, воспроизведения и перемотки.

Лентопротяжный механизм является источником ряда искажений, которые вносятся в фонограмму в процессе ее записи и воспроизведения. В основном эти искажения обусловлены изменением скорости движения магнитной ленты и непостоянством контакта ленты с магнитными головками. Медленное изменение скорости движения ленты приводит к изменению тональности звука при воспроизведении, а быстрое изменение скорости при записи и воспроизведении — к возникновению паразитной частотной и амплитудной модуляции. Амплитудная модуляция характеризуется появлением частотных и гармонических искажений. Непостоянство контакта магнитной ленты с головками ухудшает качество записи и воспроизведения высших частот. Следует отметить, что эти искажения невозможно компенсировать в усилительных каскадах магнитофона. Поэтому лентопротяжный механизм является одним из самых ответственных узлов магнитофона, и к нему предъявляются жесткие требования.

При записи и воспроизведении механизм должен перемещать ленту по рабочей поверхности магнитных головок с постоянной заданной скоростью. Несоблюдение этого требования приводит к тому, что запись, выполненная на одном магнитофоне, прослушивается на другом в искаженном виде. Кроме того, к отклонениям скорости движения ленты относятся также периодические колебания мгновенной скорости. Они вызывают искажения звука, получившие название *детона-*

ции. Колебания скорости около номинального значения (коэффициент детонации) не должны превышать пределы, указанные в ГОСТе для магнитофонов данной группы сложности.

Во время перемещения ленты в процессе записи и воспроизведения фонограммы должно обеспечиваться плотное прилегание ее к рабочим поверхностям магнитных головок, а натяжение — быть по возможности постоянным и не зависящим от количества ленты на подающей или приемной катушке. Неравномерность натяжения ленты вызывает изменение средней скорости ее движения, давления ленты на головки, а также изменение плотности и качества намотки рулона на приемную катушку. Однако чрезмерное натяжение ленты (более 1,5—2,0 Н) приводит к тому, что край ленты при взаимодействии с устройствами, направляющими ее в поперечном направлении, начинает пластически деформироваться. Поэтому в бытовых магнитофонах применяют меньшие натяжения (примерно 0,2—0,1 Н), а для обеспечения надежного контакта с магнитными головками используют лентоприжимы.

Перемещение ленты ограничивается и по высоте. Это нужно для того, чтобы она протягивалась над зазорами магнитных головок у всех магнитофонов на одинаковой высоте, для получения ровного рулона ленты при намотке ее на катушку, для исключения изменения уровня сигнала при записи, воспроизведении и наложении дорожки на дорожку в случае многодорожечной записи. Чтобы ограничить перемещение ленты по высоте, применяют направляющие стойки, которые устанавливаются возле магнитных головок и у прижимного ролика.

Высокие требования предъявляются к точности изготовления ведущего вала, правильности установки прижимного ролика и магнитных головок. Рабочие зазоры магнитных головок должны быть расположены строго перпендикулярно к направлению движения ленты. Перекос приводит к ухудшению воспроизведения высших звуковых частот.

Лентопротяжный механизм должен обеспечивать ускоренную перемотку ленты в прямом и обратном направлениях с отводом ее от магнитных головок. Ускоренная перемотка является вспомогательной, но очень важной функцией лентопротяжного механизма. Один и тот же рулон ленты в процессе записи и воспроизведения подвергается неоднократным ускоренным перемоткам. При этом требуется, чтобы время перемотки было минимальным. Для различных групп сложности магнитофонов оно определено стандартом и в среднем составляет 3—4 мин для лент толщиной 34 мкм. В кассетных магнитофонах время перемотки ленты в кассете типа МК-60 не превышает 1,5 мин. При перемотке подающая катушка должна подтормаживаться, чтобы наматываемый рулон на приемной катушке был достаточно плотным и ровным. Во избежание износа магнитных головок тракт перемотки ленты содержит устройство, отводящее ленту от головок при ускоренных перемотках.

Лентопротяжный механизм должен обеспечивать быструю остановку движения ленты как в рабочем режиме, так и в режиме ускоренной перемотки. Для выполнения этого требования в механизме предусмотрены тормозные устройства. При торможении механизма лента должна останавливаться без образования петли. При выключении магнитофона торможение подающих и приемных узлов исключает провисание и спадание ленты с катушек.

В магнитофонах, имеющих несколько скоростей движения магнитной ленты, применяются переключатели скорости. Изменение скорости движения ленты осуществляется при помощи промежуточного обрезиненного ролика или эластичного резинового пассика. В первом случае вращение оси электродвигателя передается маховику ведущего вала через ролик переключения скоростей. На оси электродвигателя имеется насадка со ступенями двух-трех разных диаметров. С этой насадкой и входит в сцепление ролик при переключении скоростей. Во втором случае изменение скорости движения ленты производится перебрасыванием пассика, соединяющего ось электродвигателя с маховиком ведущего вала, с одной ступени насадки на другую.

Для удобства эксплуатации лентопротяжные механизмы магнитофонов высшей группы сложности, кроме перечисленных требований, должны обеспечивать: автоматическую остановку ленты в конце рулона или при обрыве ее (так называемый «Автостоп»); кратковременную остановку ленты в режиме «Временный стоп»; двусторонний рабочий ход ленты, при котором запись и воспроизведение ведутся при любом направлении ее движения; отсчет количества ленты, позволяющий находить участки с нужной записью; возможность работы магнитофона как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Следует также отметить, что лентопротяжный механизм должен обеспечивать в рабочих режимах и при ускоренных перемотках ленты минимальный уровень акустических шумов и вибраций.

Находящиеся в настоящее время в эксплуатации лентопротяжные механизмы катушечных и кассетных магнитофонов отличаются значительным конструктивным разнообразием. Однако в составе любого лентопротяжного механизма имеются следующие узлы: узел ведущего вала, обеспечивающий движение магнитной ленты с постоянной скоростью при записи и воспроизведении; приемные (подматывающие) и подающие (перематывающие) узлы, предназначенные для подмотки и подтормаживания магнитной ленты на приемной и передающей катушках в процессе записи и воспроизведения, а также для ускоренной перемотки ленты. Эти узлы приводятся в движение электродвигателем. В лентопротяжных механизмах используются для данной цели один, два или три электродвигателя.

Лентопротяжные механизмы катушечных магнитофонов. Наибольшее распространение получили лентопротяжные механизмы с одним электродвигателем. Они имеют меньшие массу, размеры и дешевле других. Однако в таких конструкциях взаимовлияние отдельных узлов при работе механизма оказывается большим. Объясняется это тем, что электродвигатель используется как для равномерного протягивания ленты, так и для ее подмотки и перемотки. При этом

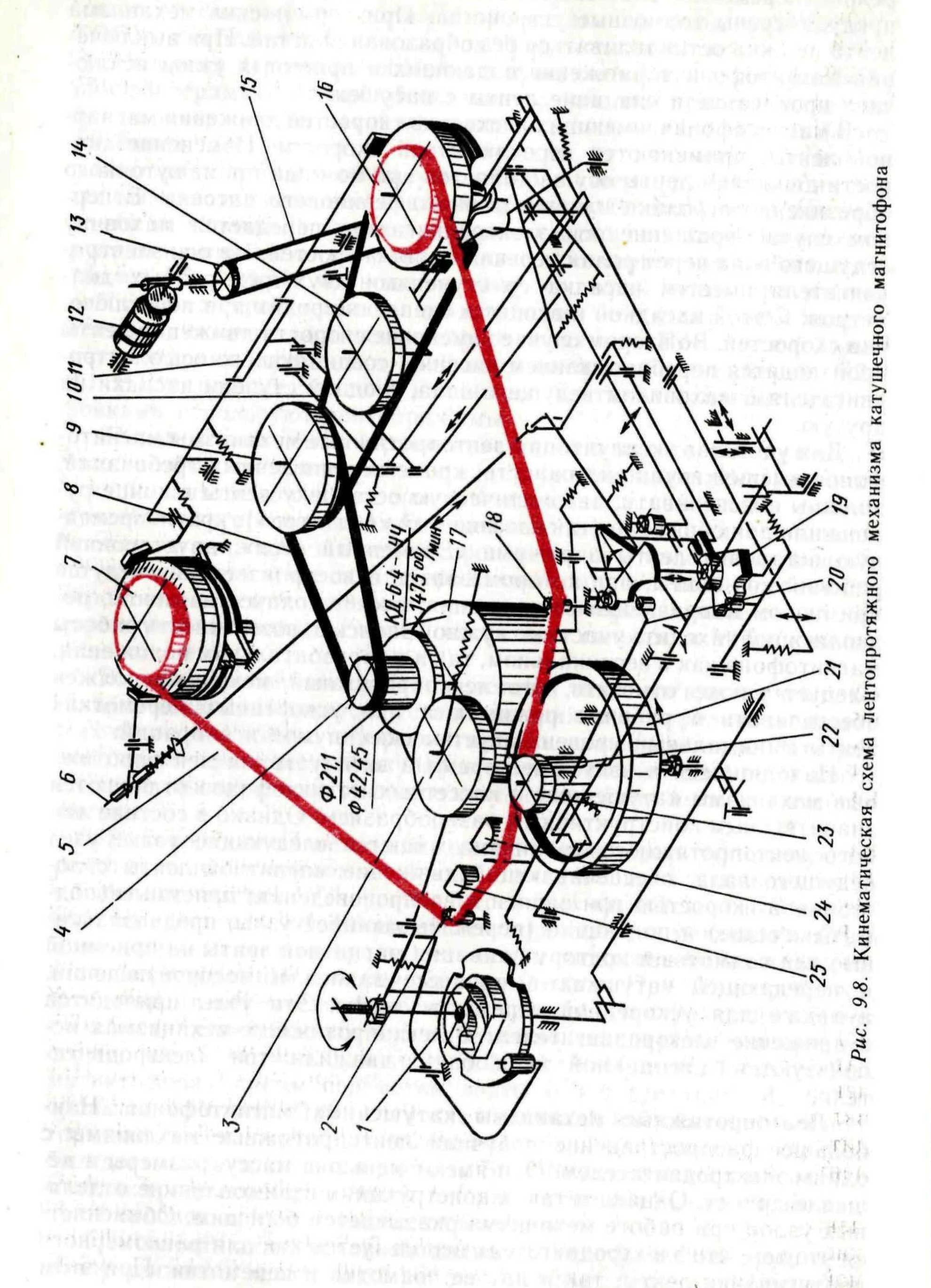


Рис. 9.8. Кинематическая схема лентопротяжного механизма катушечного магнитофона

неизбежно возникают механические помехи, которые сказываются на стабильности движения ленты. Поэтому к точности изготовления деталей и узлов однодвигательных лентопротяжных механизмов, их сборке и регулировке предъявляются высокие требования. Надежность работы однодвигательных лентопротяжных механизмов в общем ниже, чем трехдвигательных.

Рассмотрим кинематическую схему унифицированного лентопротяжного механизма (рис. 9.8), применяемого в катушечных магнитофонах моделей «Юпитер», «Сатурн», «Илеть» и др. Лентопротяжный механизм выполнен по схеме с косвенным приводом ведущего вала *22* от электродвигателя *17* типа КД-6-4-У4.

В режиме «Рабочий ход» переключатель рода работ *19* поворачивают против часовой стрелки. При этом система рычагов прижимает обрезиненный ролик *23* к ведущему валу *22*, а другая система рычагов приводит в движение дифференциальные колодочные тормоза *11*, освобождая подкатушники подающего *7* и приемного *16* узлов. Подмотка магнитной ленты *5* осуществляется приемным узлом *16*. В этом случае вращение от электродвигателя *17* через шкив *4*, пассик *8* и промежуточный ролик *9* передается с помощью пассика *10* нижнему диску приемного узла. Требуемая скорость устанавливается кулачковым переключателем *1*, который одновременно включает питание магнитофона и осуществляет переключение цепей коррекции универсальных усилителей. При выключении питания магнитофона приводной ролик *3* переключателя скорости выводится из зацепления со шкивом *4* электродвигателя и маховиком *21* ведущего вала.

В тракте протягивания магнитной ленты расположены направляющие стойки *2* и *18*, блок универсальной головки *24*, блок стирающей головки *25*. Стойка *18* выполняет также функцию концевого выключателя в конце или при обрыве ленты. Прижим ленты к блоку универсальной головки осуществляется с помощью лентоприжима, являющегося одновременно передним экраном магнитной головки.

Для включения режима «Перемотка вперед» следует нажать переключатель *19* в осевом направлении до упора, затем повернуть против часовой стрелки. При этом подкатушник приемного узла *16* получает вращение от электродвигателя через шкив *4*, резиновый пассик *8* и промежуточные ролики *9* и *14*. Натяжение ленты осуществляется подтормаживанием подающего узла *7*.

Для включения режима «Перемотка назад» необходимо ручку переключателя рода работ повернуть по часовой стрелке. При этом подкатушник подающего узла *7* получает вращение от электродвигателя через шкив *4*, пассик и промежуточный ролик *9*. Натяжение ленты осуществляется подтормаживанием приемного узла *16*. При включении режимов ускоренной перемотки прижимной ролик *23* отводится от ведущего вала и специальные стойки отводят магнитную ленту от магнитных головок.

Справа от переключателя рода работ расположен узел включения режима временной остановки ленты «Пауза». При нажатии кнопки «Пауза» толкатель *6* с системой рычагов *20* отводит прижимной ролик от ведущего вала и одновременно затормаживает подаю-

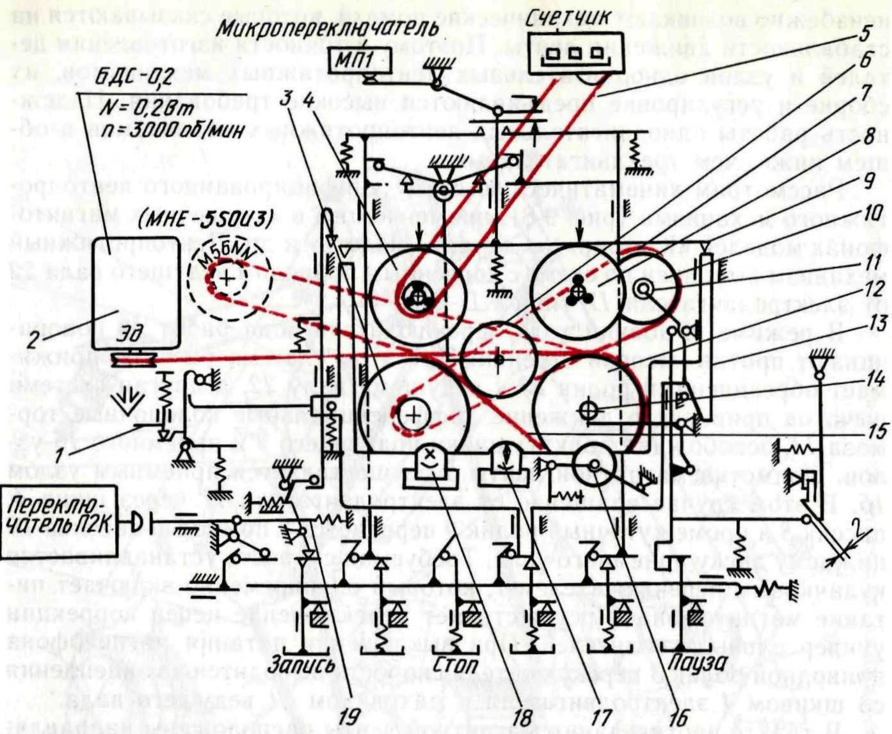


Рис. 9.9. Кинематическая схема лентопротяжного механизма кассетного магнитофона

щий узел. Режим «Пауза» может быть включен только при работе магнитофона в режимах «Запись» и «Воспроизведение».

В магнитофоне имеется трехдекадный счетчик *12* расхода ленты, шкив которого получает вращение через промежуточный узел *13* от приемного узла с помощью пассика *15*.

Лентопротяжные механизмы кассетных магнитофонов. Кинематическая схема лентопротяжного механизма магнитофонов моделей «Весна», «Ритм», «Томь» и других приведена на рис. 9.9. Данный лентопротяжный механизм отличает применение двух маховиков, связанных с электродвигателем общим резиновым пассиком. Это обеспечивает стабилизацию скорости движения магнитной ленты при переноске магнитофона.

Вращение от электродвигателя *2* через резиновый пассик *15* квадратного сечения передается маховику *12* ведущего вала *14*. Включение режима «Воспроизведение» производится нажатием соответствующей клавиши. При этом тормозная планка *9* растормаживает подающий *4* и приемный *8* узлы. Ползун *13* подается вперед, и прижимной ролик *16* прижимается к ведущему валу *14*, а магнитные головки *17*, *18* вводятся в отверстия кассеты. Одновременно с этим ролик *11* узла подмотки *10* прижимается к приемному узлу *8*, а микро-

переключатель *МП1* включает питание электродвигателя *2*. Узел подмотки *10* получает вращение с помощью пассика *7* от второго маховика *3*. Натяжение магнитной ленты осуществляется благодаря подтормаживанию подающего узла *4* фетровым тормозом. В режиме «Запись» клавиша «Запись» перемещает рычаг записи *19*, а рычаг своей отгибкой действует на переключатель рода работ типа П2К, включающий усилитель в режим «Запись».

Включение режимов «Перемотка вперед» и «Перемотка назад» производится нажатием соответствующих клавиш, имеющих фиксированное положение. В режиме «Перемотка вперед» шкив перемоток *6* с помощью системы рычагов прижимается к маховику *12* ведущего вала *14* и к приемному узлу *8*. В режиме «Перемотка назад» подающий узел *4* получает вращение через шкив перемоток *6* от маховика *3*. Конструкция привода механизма перемоток исключает одновременное включение режима «Ускоренная перемотка». Вращение на приводной шкив счетчика расхода ленты передается пассиком *5* квадратного сечения от подающего узла *4*. Подъем кассеты осуществляется специальным движком *1*, вынесенным на лицевую панель магнитофона.

9.6. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

В лентопротяжных механизмах магнитофонов, работающих от сети переменного тока, применяются однофазные электродвигатели. В зависимости от выполняемых функций электродвигатели делятся на ведущие и перематывающие. В е д у щ и е электродвигатели трехдвигательных лентопротяжных механизмов служат только для протягивания ленты с постоянной линейной скоростью по рабочим поверхностям магнитных головок, а п е р е м а т ы в а ю щ и е — только для ускоренной перемотки. В однодвигательных механизмах ведущие электродвигатели, кроме протягивания ленты в режиме «Рабочий ход», осуществляют также и ускоренную перемотку.

Применяемые электродвигатели должны быть с самопуском, обладать необходимым пусковым моментом при любом соотношении количества ленты на приемной и подающей катушках, работать без шума и вибрации. По принципу действия и особенностям конструкции электродвигатели бытовых магнитофонов делятся на *синхронные* и *асинхронные*, причем последние могут быть с экранированными или конденсаторными полюсами. В свою очередь электродвигатели с экранированными полюсами могут иметь трансформаторную обмотку, что дает возможность использовать ее для питания электрической схемы магнитофона.

Электродвигатели имеют различные механические характеристики. М е х а н и ч е с к о й х а р а к т е р и с т и к о й называется зависимость частоты вращения вала электродвигателя от нагрузки, приложенной к нему. В зависимости от особенностей устройства электродвигателей характеристики могут быть различные (рис. 9.10): абсолютно жесткая *(1)*, жесткая *(2)* и мягкая *(3)*. У электродвигателей с абсолютно жесткой характеристикой частота вращения мало

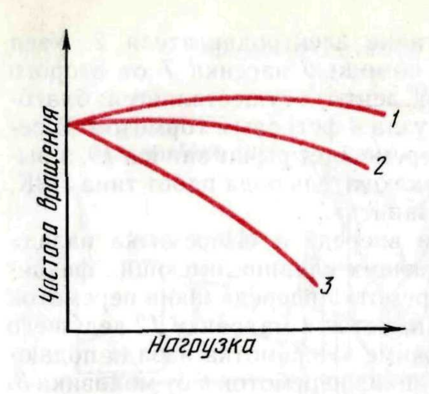


Рис. 9.10. Механические характеристики электродвигателей

зависит от нагрузки. При жесткой характеристике частота вращения электродвигателя изменяется незначительно при больших изменениях нагрузки, а у электродвигателей с мягкой характеристикой даже небольшое увеличение нагрузки вызывает уменьшение частоты вращения.

В качестве ведущего используется электродвигатель с абсолютно жесткой или жесткой механической характеристикой. Абсолютно жесткую характеристику имеют синхронные электродвигатели. Так как пусковой момент их равен нулю, то в магнитофонах эти электродвигатели применяют с асинхронным пуском. Синхронные электродвигатели по сравнению с асинхронными имеют бóльшие габариты и массу и, кроме того, обладают меньшим КПД.

В качестве ведущего электродвигателя в бытовых магнитофонах используются асинхронные конденсаторные электродвигатели с жесткими характеристиками. С их помощью при правильной разработке лентопротяжного механизма отклонения средней скорости ленты от номинального значения не превышают установленных норм. У них высокие КПД и коэффициент мощности, они обладают большим пусковым моментом и возможностью реверсирования.

Перематывающий электродвигатель должен обладать мягкой механической характеристикой, так как его частота вращения должна изменяться в зависимости от количества ленты на катушке. Только при этом условии можно обеспечить необходимое натяжение ленты и ее плотную намотку на катушку. Кроме того, такой электродвигатель должен иметь достаточно большой пусковой момент, необходимый для нормальной работы лентопротяжного механизма при любом соотношении ленты на катушках.

В катушечных магнитофонах широко применяется электродвигатель типа КД-6-4-У4. Его условное обозначение расшифровывается следующим образом: К — конденсаторный, Д — двигатель, 6 — мощность, Вт, 4 — число полюсов, У — исполнение для умеренного климата, 4 — категория размещения.

В кассетных магнитофонах используются односкоростные электродвигатели постоянного тока с электронным регулятором частоты вращения типов: МД-0,35-9-А, M56NN, MHE-5SD9U3, а также двухскоростной бесколлекторный синхронный электродвигатель типа БДС-0,2М. К электродвигателям для кассетных носимых магнитофонов предъявляются следующие требования: возможно меньшее потребление тока от источников питания при номинальной нагрузке; возможно меньшее напряжение источника питания; стабильность частоты вращения и небольшие габариты и масса.

9.7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ МАГНИТОФОНОВ

Общие сведения. Принципиальные электрические схемы большинства катушечных и кассетных магнитофонов имеют много общего. В их состав входят универсальный усилитель, усилитель мощности, генератор тока стирания и подмагничивания, индикатор уровня записи и блок питания.

Универсальные усилители включают в себя каскады и цепи, обеспечивающие чувствительность, выходную мощность и частотную коррекцию, необходимые как при записи, так и при воспроизведении. Поскольку универсальный усилитель выполняет функции усилителя записи и воспроизведения, он должен удовлетворять тем требованиям, которые предъявляются к каждому из этих усилителей.

В режиме воспроизведения на вход универсального усилителя поступает ЭДС, индуцируемая в воспроизводящей или универсальной головке. При этом усилитель должен развивать мощность, достаточную для нормальной работы динамической головки или акустической системы.

В режиме записи на вход усилителя подается ЭДС от источника сигнала, а усилитель нагружается цепью записывающей или универсальной головки. При этом выходная мощность усилителя остается прежней, так как динамическая головка не отключается или заменяется эквивалентом. Включенная динамическая головка может быть использована для слухового контроля в процессе записи.

Требования к качественным показателям универсального усилителя (допустимые собственные помехи, гармонические искажения и частотная характеристика) должны быть такими же, как и для соответствующих усилителей записи и воспроизведения. Высокие требования предъявляются к усилителям воспроизведения в определении допустимого отношения сигнал / помеха. Поэтому их следует учитывать при разработке универсальных усилителей.

Двухканальные стереофонические магнитофоны содержат два универсальных усилителя. В основном к ним предъявляются такие же требования, как и к усилителям монофонической записи и воспроизведения. Для получения высококачественной стереофонической записи необходима идентичность параметров в усилителях обоих каналов.

В отдельных моделях магнитофонов, особенно кассетных, широко применяется система шумоподавления, предназначенная для ослабления шумов магнитной ленты, магнитных головок и усилителей. Она работает по принципу компрессии (сжатия) сигналов в канале записи и экспандирования (расширения) их на выходе. В результате такого преобразования сигнал с малым уровнем усиливается больше, чем остальные с достаточно большим уровнем, и получается снижение уровня помех на 10—12 дБ. Обычно такая система включает в себя фазоинверсный каскад, активный RC-фильтр верхних частот, универсальный каскад, выпрямитель и сумматор.

6 Зак. 1895

Генератор тока стирания и подмагничивания в магнитофонах предназначен для размагничивания ленты (стирания ранее записанной фонограммы) и подмагничивания ее во время записи. В бытовых магнитофонах для этих целей обычно используют общий генератор, который генерирует переменный ток, питающий обмотки стирающей и универсальной головок.

Для надежного размагничивания ленты необходима такая частота переменного тока генератора, при которой каждый участок ленты, проходящий в зоне магнитного поля стирающей головки, успевал бы перемагничиваться не менее десяти раз. Поэтому частота переменного тока генератора зависит от скорости движения ленты и величины зазора стирающей головки. Чем выше частота, тем большая мощность должна подводиться к стирающей головке, так как с увеличением частоты возрастают потери в магнитопроводе головки.

Подмагничивание ленты при записи позволяет уменьшить шум фонограммы, но при этом могут возникнуть комбинационные помехи с частотами, равными разности частоты тока подмагничивания и частот гармоник записываемого сигнала и лежащими в звуковом диапазоне. Для уменьшения влияния этих помех частота генератора должна быть в несколько раз выше, чем самая высокая частота рабочего диапазона магнитофона. В бытовых магнитофонах с общим генератором стирания и подмагничивания его частоту выбирают в пределах 40—110 кГц.

Для подбора оптимального значения тока подмагничивания, зависящего от типа головок и применяемой ленты, в цепь подмагничивания включают подстроечный конденсатор или резистор. В стереофонических магнитофонах необходимо, чтобы регуляторы подмагничивания каждой из записывающих головок блока не влияли друг на друга.

Для высококачественной записи необходимо следить за тем, чтобы значение уровня сигнала, определяющего степень намагниченности ленты, соответствовало данному типу магнитной ленты. Если во время записи к записывающей (или универсальной) головке подводить слишком малое напряжение, то при воспроизведении потребуется значительно повысить коэффициент усиления, что в свою очередь вызовет и увеличение уровня шумов. При чрезмерно высоком уровне записи происходит резкий рост гармонических искажений. Хорошее качество записи можно получить только при оптимальном уровне записываемого сигнала.

Для обеспечения оптимальных условий записи используется индикатор уровня записи, включаемый в схему усилителя записи, либо система автоматической регулировки уровня записи (АРУЗ).

Индикатор уровня записи представляет собой стрелочный прибор постоянного тока, по отклонению стрелки которого судят об уровне записываемого сигнала. При использовании АРУЗ оптимальный режим записи обеспечивается с помощью электронной схемы. Принцип действия данной схемы заключается в том, что слабые сигналы автоматически увеличиваются до необходимой, а очень сильные сигналы ослабляются до такой величины, при которой не происходит перегрузки усилителя записи.

Контроль уровня записи в стереофонических магнитофонах должен обеспечиваться в обоих стереоканалах раздельно. Иногда используется совмещенный указатель, представляющий собой двухстрелочный прибор с общей шкалой. В бытовых стереофонических магнитофонах с совмещенными регуляторами уровня применяют индикатор с одним указателем. В этом случае индикатор показывает наибольший уровень сигнала, имеющийся в любом из каналов.

Рассмотрим электрическую схему катушечного магнитофона 2-й группы сложности.

Принципиальная электрическая схема магнитофона «Юпитер-203-1-стерео» (рис. 9.11). Схема магнитофона содержит два идентичных усилительных канала (универсальный усилитель и усилитель мощности), один общий генератор тока стирания и подмагничивания и общий блок питания.

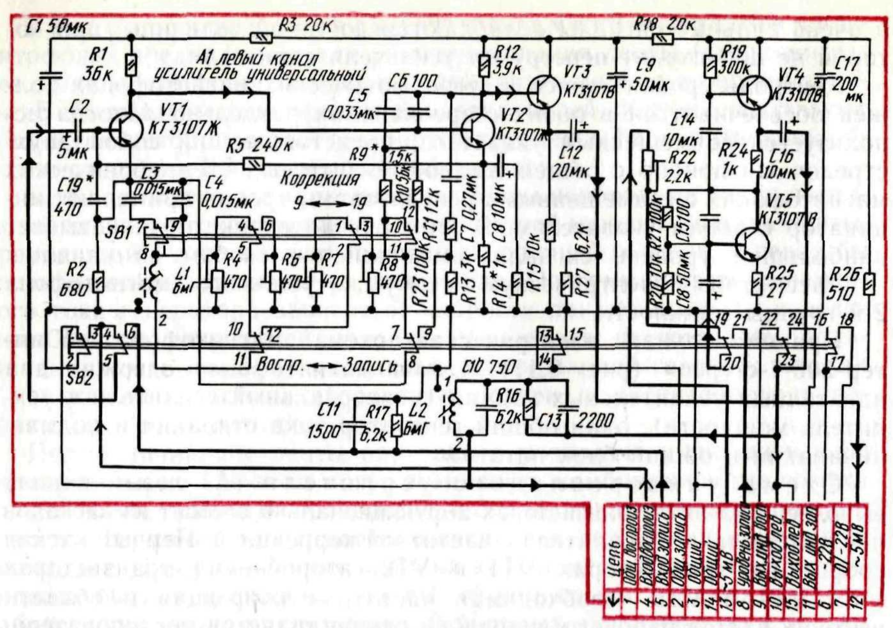
Схема универсального усилителя (А1 левый канал) выполнена на пяти транзисторах и функционально состоит из каскадов предварительного усилителя с частотной коррекцией. Первый каскад собран на транзисторах VT1 и VT2, второй — на транзисторах VT3, VT4 и VT5. Необходимая частотная коррекция в области высоких частот рабочего диапазона осуществляется последовательным колебательным контуром, образованным катушкой индуктивности L1 с последовательно включенным конденсатором С3 при скорости 9,53 см/с или С4 при скорости 19,05 см/с и настроенным на частоты 12 500 и 18 000 Гц соответственно.

Уровень коррекции при скорости 9,53 см/с устанавливается подстроечным резистором R4 (в режиме «Воспроизведение») и R7 (в режиме «Запись»), а при скорости 19,05 см/с — соответственно подстроечными резисторами R6 и R8.

Коррекция сигналов в области средних и низких частот рабочего диапазона при записи на обеих скоростях обеспечивается цепочкой C7R11, а в режиме «Воспроизведение» — цепочками C5R9 при скорости 9,53 см/с и C5R10 — при скорости 19,05 см/с. Для установки напряжения на линейном выходе в режиме «Воспроизведение» служит подстроечный резистор R22.

В режиме «Запись» между транзисторами VT3 и VT4, VT5 включается подстроечный резистор R20 (R23), расположенный на плате соединений А2, а также регулятор уровня записи RP1 (RP2). На плате универсального усилителя установлен заградительный фильтр L2C10, который настроен на частоту генератора тока стирания и подмагничивания и служит для защиты от проникновения в усилитель высокочастотной составляющей тока подмагничивания. Цепочка C13R16 предназначена для предыскажения частотной характеристики в режиме «Запись».

В режиме «Воспроизведение» сигнал, снимаемый с резистора R24 через конденсатор С16 и переключатели SB1, SB2, SB3, конструктивно расположенные на плате генератора G1 и служащие для выбора режимов работы магнитофона «Моно» или «Стерео», проходит через



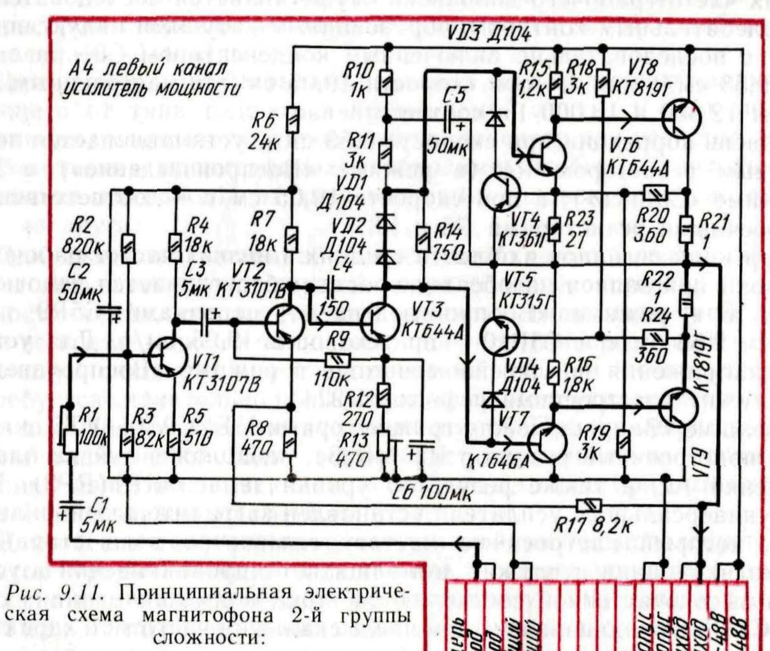


Рис. 9.11. Принципиальная электрическая схема магнитофона 2-й группы сложности:

стрелками (→) указано направление прохождения сигнала в режиме «Воспроизведение», а сплошными стрелками (→) — в режиме «Запись».

Рис. 9.11. (Продолжение).

Рис. 9.11. (Продолжение)

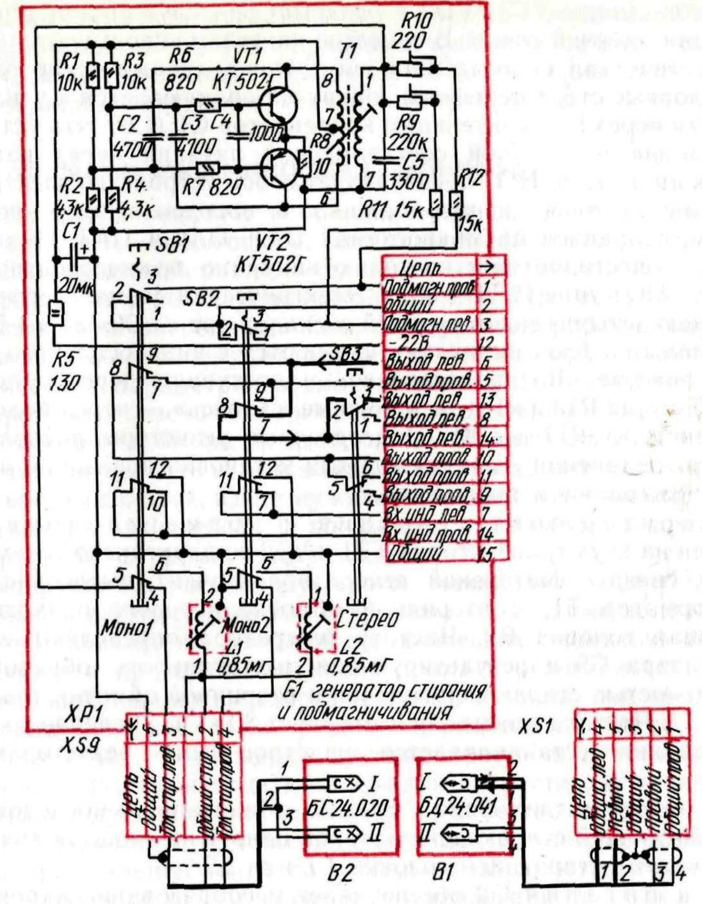


Рис. 9.11. (Окончание)

переменные резисторы RP3 («Баланс»), RP4 («Тембр НЧ»), RP5 («Тембр ВЧ») и RP6 («Громкость») и поступает на вход усилителя мощности. В регуляторах громкости применена схема тонкомпенсации, состоящая из последовательно включенных цепочек в левом канале R35C22 и в правом — R36C24.

Усилитель мощности А4 выполнен на девяти транзисторах и содержит каскады предварительного усиления (VT1, VT2, VT3), фазоинвертор (VT6, VT7) и мощный выходной каскад (VT8, VT9). На транзисторах VT4, VT5 выполнено быстродействующее устройство защиты усилителя мощности от перегрузок и короткого замыкания в нагрузке.

Подстроечным резистором R1 устанавливается необходимый коэффициент усиления усилителя мощности, а подстроечным резистором R13 устанавливается симметрия ограничения сигнала на выходе

усилителя. Диоды VD1, VD2 и резистор R14 служат для термостабилизации рабочей точки. В качестве нагрузки используются выносная акустическая система либо внутренние динамические головки, либо головные стереотелефоны. Нагрузка подключается к усилителю мощности через разделительный конденсатор C1 (C6), что устраняет прохождение постоянной составляющей питания через нагрузку.

Блок индикации HG1 представляет собой устройство электронной индикации уровней сигналов записи и воспроизведения по двум каналам, собранное на микросхемах DA1, DA2 и DA3. Индикация уровня осуществляется с помощью вакуумно-люминесцентного индикатора HG1 типа ИЛТ-4-30М. Электрическая схема обеспечивает индикацию четырнадцати уровней сигналов (от «—20» до «+5» дБ).

Сигналы на блок индикации снимаются с универсального усилителя в режиме «Воспроизведение» и поступают через подстроечные резисторы R13 (R16), а в режиме «Запись» — через подстроечные резисторы R17 (R19). Подстроечные резисторы расположены на плате соединений A2 и служат для установки показания индикатора в номинальном положении.

Генератор тока стирания и подмагничивания G1 выполнен на двух транзисторах VT1 и VT2 по двухтактной схеме с емкостной связью. Нагрузкой генератора служит высокочастотный трансформатор T1, к вторичной обмотке которого подключается стирающая головка B2. Частоту генератора определяют емкость конденсатора C5 и результирующая индуктивность, образованная индуктивностью стирающей головки и вторичной обмотки трансформатора T1. Частота генерации составляет 80 кГц. Значение тока подмагничивания устанавливается подстроечными резисторами R9 и R10.

При работе магнитофона в режиме «Монозапись» последовательно с работающей стирающей головкой одного из каналов включается эквивалент стирающей головки L1 или L2.

Блок питания G2 обеспечивает преобразование напряжения сети 220 В в постоянное нестабилизированное напряжение минус 36 В для питания усилителей мощности; в постоянное стабилизированное напряжение минус 22 В для питания универсальных усилителей, генератора тока стирания и подмагничивания и блока индикаций; в постоянное стабилизированное двухполярное напряжение 15 В и минус 15 В и переменное напряжение 6,3 В частотой 50 Гц для питания блока индикации.

Блок питания состоит из трансформатора питания T1, выпрямителя нестабилизированного напряжения, собранного на диодах VD2 — VD5 с фильтром на конденсаторах C4, C5; схемы стабилизации напряжения, выполненной из элементов VD9, R10, C1; выпрямителя стабилизированного напряжения, состоящего из диода VD1, двух стабилизаторов, собранных на стабилитронах VD6 и VD7, резисторах R1, R2 и конденсаторах C3, C6.

Предохранитель сети FU1 установлен в держателе предохранителя на специальном кронштейне. Предохранитель FU4, включенный во вторичную обмотку трансформатора питания T1, служит для

защиты выпрямителя магнитофона от коротких замыканий в схеме. Предохранители FU2, FU3 предназначены для защиты схемы от перегрузок по току. Конденсаторы C8, C9 служат для искрогашения при размыкании контактов контактной группы Q3.

9.8. ОТЫСКАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В МАГНИТОФОНАХ

Приступая к ремонту, необходимо прежде всего ознакомиться с конструкцией магнитофона, его принципиальной электрической схемой, компоновкой, расположением и назначением основных органов управления и регулировочных элементов. При ремонте магнитофона в первую очередь должны выполняться работы, связанные с устранением механических дефектов, так как правильная оценка электрических параметров возможна только при исправной работе лентопротяжного механизма и органов управления. Приступая к ремонту электрической части, необходимо убедиться в том, что тракт протягивания магнитной ленты исправен, лента, проходя по рабочим поверхностям головок, имеет нужный прижим и угол охвата головок, магнитные головки не сбиты по высоте, а их рабочие поверхности не загрязнены ферромагнитной пылью.

Неисправности лентопротяжного механизма. Для проверки исправности лентопротяжного механизма необходимо заправить его магнитной лентой, не имеющей механических дефектов, включить магнитофон и проверить движение ленты в режимах записи, воспроизведения, перемотки вперед и назад, а также при переходе из положения «Останов» в эти режимы и наоборот. Если магнитофон многоскоростной, то проверку функционирования лентопротяжного механизма надо производить на каждой скорости движения ленты. При этом следует обратить внимание на качество намотки ленты на катушки; плавность торможения ленты при остановке; образование петель; прохождение ленты по рабочим поверхностям головки и по направляющим колонкам; натяжение и прилегание ленты к головкам. Проверка на функционирование позволяет ориентировочно определить место неисправности в магнитофоне.

Причинами нарушения нормальной работы лентопротяжного механизма могут быть: неисправность электродвигателя; неисправность передачи на ведущий узел; сильное торможение со стороны подающего узла из-за неисправности тормозов; плохой прижим ленты к ведущему валу; неисправность узла обрезиненного прижимного ролика и др.

Для выявления дефектов необходимо выключить магнитофон и приступить к его внешнему осмотру. Вначале проверяют крепление деталей и узлов на отсутствие люфтов и заеданий. Прокручивая рукой все вращающиеся детали, предварительно определяют их работоспособность. Маховик ведущего вала должен вращаться легко, без заеданий. Оси приемного и подающего узлов должны быть перпендикулярны к панели лентопротяжного механизма. Следует также обратить внимание на чистоту резиновых ободов и поверхности прижимного ролика.

Часто встречающейся неисправностью лентопротяжного механизма является *отклонение скорости движения ленты в рабочем режиме*. Причинами ее могут быть недостаточное натяжение приводного пассика ведущего вала (нужно отрегулировать натяжение пассика); недостаточное усилие прижима обрезиненного ролика к ведущему валу (следует заменить пружину); нарушение свободного вращения ведущего вала (разобрать ведущий узел и произвести его чистку и смазывание); прижимной ролик с трудом проворачивается на оси (следует произвести смазывание оси ролика); попадание масла на прижимной ролик или ведущий вал (надо протереть ролик и вал ватным тампоном, смоченным спиртом).

Изменение скорости движения ленты приводит к увеличению коэффициента детонации. Иногда детонация усиливается, когда на подающем подкатушнике остается мало ленты. В этом случае следует снять катушку с лентой и, включив магнитофон на режим воспроизведения, повращать рукой подающий подкатушник, не нажимая на него. Если он вращается туго, необходимо отрегулировать тормоз. При тугом вращении подающего подкатушника и при отжатой тормозной колодке следует разобрать, почистить и смазать подающий узел. После этого нужно проверить его работу.

При недостаточном усилии прижима магнитной ленты к ведущему валу происходит *проскальзывание и сползание ленты*. В режиме записи и воспроизведения прижимной ролик должен с ощутимым усилием останавливаться от руки, при этом ведущий вал продолжает вращаться. Проскальзывание ленты может наблюдаться после длительной эксплуатации магнитофона. Если подмотка ленты приемным узлом в режимах записи и воспроизведения недостаточно плотная (рыхлая), то причиной может быть заклинивание подшипника промежуточного ролика или шкива приемного узла. Рыхлая намотка возможна также при недостаточном сцеплении эластичной части промежуточного ролика со шкивом подмотки. Для устранения дефектов необходимо протереть рабочие поверхности фетрового вкладыша и капронового диска приемного узла тампоном, смоченным в спирте.

При *отсутствии перемотки вперед или назад* необходимо проверить пассик перемотки и, если нужно, заменить его новым. Замедление движения ленты при ускоренных перемотках (в конце рулона) может возникать из-за зажатия фрикционной муфты подкатушников. Для устранения этой неисправности нужно отрегулировать осевые люфты запорными шайбами. Образование петель магнитной ленты при пуске и остановке лентопротяжного механизма вызывается нарушением работы тормозной системы, износом деталей тормоза, а также попаданием масла на рабочие поверхности боковых узлов и резиновой тормозной колодки. В последнем случае необходимо тщательно протереть рабочие поверхности боковых узлов и тормозных колодок ватным тампоном, смоченным в спирте.

Все ремонтные работы по лентопротяжному механизму должны заканчиваться проверкой скорости движения магнитной ленты, коэффициента детонации и времени перемотки. Только после этого можно переходить к устранению неисправности в электрической части магнитофона.

Неисправности канала воспроизведения. Для неисправностей канала воспроизведения характерны следующие признаки: отсутствие звука; слабый звук при воспроизведении; слабое воспроизведение высших звуковых частот; воспроизведение с большим уровнем фона переменного тока.

Отсутствие звука при нормальных питающих напряжениях может быть вызвано неисправностями динамической головки громкоговорителя, выходного или предварительных каскадов усилителя, магнитной головки, а также отсутствием контакта в переключателе рода работ. Ремонт следует начать с осмотра внешнего вида монтажа и его визуальной проверки. Если неисправность не выявлена, нужно приступить к детальной проверке усилителя, чтобы определить неисправный каскад. Для этого широко применяется метод последовательной проверки прохождения сигнала через каскады усилителя от его выхода ко входу. В качестве источников сигналов звуковой частоты можно использовать звуковой генератор, а в качестве индикатора — саму динамическую головку громкоговорителя магнитофона или включенный параллельно ей измеритель выходного напряжения.

Слабый звук при воспроизведении может быть вызван неплотным прилеганием ленты к воспроизводящей или универсальной головке. В этом случае необходимо снять защитный кожух с головок и проверить правильность заправки ленты. Слабое воспроизведение может быть и в том случае, если запись на ленту произведена с малым уровнем сигнала. Чтобы убедиться в этом, необходимо воспроизвести фонограмму с заведомо хорошей записью. Если и в этом случае звук воспроизводится слабо, то нужно проверить исправность усилителя, чтобы определить каскад с заниженным коэффициентом усиления.

Причина *отсутствия* или *слабого воспроизведения высших звуковых частот* может заключаться в неплотном прилегании ленты к воспроизводящей или универсальной головке, в нарушении положения головки по вертикали, а также в износе или загрязнении головки. В последнем случае нужно сначала проверить режим движения магнитной ленты, затем протереть головку ватным тампоном, смоченным в спирте. Степень износа головки устанавливается визуально, при этом пользуются лупой с большим увеличением. Изношенную головку следует заменить новой. Правильный наклон головки устанавливают с помощью регулировочных винтов, применяя специальную измерительную ленту.

Снижение усиления высших частот может также произойти из-за неисправности корректирующих цепей усилителя. Поэтому проверке подлежат элементы LRC-коррекции (для каждой скорости движения), а также контакты переключателя корректирующих цепей.

Причинами *большого уровня фона переменного тока при вос-*

произведении могут быть неисправность выпрямителя или фильтра питания, неправильное положение магнитного экрана головки, нарушение экранировки входных цепей, обрыв в одной из точек заземления.

Неисправности канала записи и генератора стирания и подмагничивания. Для этих неисправностей характерны следующие признаки: отсутствие записи; слабая запись; слабая запись с искажениями; отсутствие стирания или слабое стирание.

При *отсутствии записи* для уточнения места повреждения необходимо проверить, реагирует ли в режиме записи индикатор уровня записи. Для этого на каждый из входов магнитофона поочередно подают от звукового генератора сигнал соответствующего уровня с частотой 1000 Гц. Неподвижность индикатора свидетельствует о том, что либо на вход усилителя не проходит сигнал от генератора, либо неисправны цепи индикатора уровня записи. Сначала следует убедиться в исправности индикатора уровня записи. При этом нужно проверить сам индикатор, диоды, включенные в цепи индикатора, и переменный резистор, с помощью которого устанавливается чувствительность индикатора в процессе его регулировки. Если индикатор исправен, а запись не производится, то следует проверить входные цепи, контактные гнезда подключения источника входного сигнала и переключателя рода работ в положении записи, а также резисторы делителя напряжения.

Если в магнитофоне используется универсальный усилитель и в режиме воспроизведения он работает нормально, можно считать, что универсальная головка и предварительные каскады усиления исправны.

Слабая запись, но без искажений и при нормальной работе индикатора указывает на недостаточное значение тока записи. В этом случае необходимо проверить, не возрос ли ток, протекающий через стабилизирующий резистор, который устраняет влияние частотно-зависимого реактивного сопротивления магнитной головки на ток записи. Кроме того, нужно проверить всю цепь записи от последнего каскада усилителя записи до универсальной головки.

Причиной *слабой записи с искажениями* может быть малое значение или полное отсутствие тока подмагничивания. Это происходит вследствие плохой работы или полного отказа генератора тока либо из-за обрыва цепи тока подмагничивания. Работоспособность генератора легко проверить, попробовав стереть старую запись. Если стирание будет полным, то генератор и стирающая головка исправны, а неисправность следует искать в цепи подмагничивания. При этом прежде всего проверяют исправность резисторов и конденсаторов, с помощью которых производится регулировка тока подмагничивания.

Если в режиме записи *невозможно стереть старую запись*, нужно проверить работу генератора. Для этого производят пробную запись на размагниченной или новой ленте. Если пробная запись окажется слабой и искаженной, следовательно, не работает генератор. В этом случае нужно проверить исправность транзисторов, контакты переключателя рода работ в положении «Запись» и отсутствие обрыва в цепи контура генератора.

Получение нормальной записи указывает на исправность генератора и означает, что неисправность нужно искать в цепи или головке стирания. Проверить цепь стирания и отсутствие обрыва стирающей головки можно с помощью омметра.

Причинами *слабого стирания записи* могут быть: недостаточный ток в стирающей головке; загрязнение рабочей поверхности стирающей головки ферромагнитной пылью; отсутствие плотного контакта между магнитной лентой и рабочей поверхностью стирающей головки; неправильная установка стирающей головки по высоте (ее магнитопровод не перекрывает полностью стираемую дорожку записи); неисправность самой головки, вызванная межвитковым замыканием части витков ее обмотки.

9.9. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА МАГНИТОФОНОВ

Испытание лентопротяжного механизма. Критерием исправного состояния лентопротяжного механизма является его четкое функционирование во всех режимах работы и соответствие номинальной скорости движения ленты установленным нормам.

Проверку функционирования лентопротяжного механизма начинают с многократного включения рабочего хода движения ленты на всех скоростях и в режиме ускоренной перемотки. При минимальном количестве ленты на приемном узле не должно наблюдаться образования петель при пуске. Определив на глаз момент наибольшей скорости движения ленты, выключают лентопротяжный механизм и наблюдают за тем, как работает тормозная система. При нормальной ее работе лента останавливается плавно и быстро. Кроме того, следует проверить возможность ускоренной перемотки ленты при разных ее начальных количествах на приемном и подающем узлах. Затем переходят к определению скорости движения ленты в режиме записи или воспроизведения.

Измерение средней скорости движения ленты. Среднюю скорость движения ленты измеряют в режимах работы лентопротяжного механизма, соответствующих крайним сочетаниям неблагоприятных обстоятельств, приводящих к отклонению скорости от ее номинального значения. В однодвигательных лентопротяжных механизмах максимальная скорость движения ленты наблюдается при наибольшем напряжении электропитания плюс 10 % (242 В) и при наименьшем количестве ленты на приемном узле, а минимальная скорость — при наименьшем напряжении питания минус 10 % (198 В) и наибольшем количестве ленты на приемном узле.

Среднюю скорость ленты в магнитофонах принято измерять за отрезок времени, равный 100 с. Это удобно для прямого подсчета в процентах отклонения скорости от номинального значения. Согласно стандарту на бытовые магнитофоны, скорость движения ленты в зависимости от группы сложности магнитофона может отличаться не более чем на ±1,0—2,0 % от номинальной. Сред-

нюю скорость движения ленты можно определить с помощью измерительного ролика, отрезка ленты, методом девиации частоты и др. На практике широкое распространение получил метод измерения с помощью отрезка ленты. Вследствие эластичности ленты, затрудняющей точное измерение отрезка определенной длины, точность определения скорости этим методом составляет примерно 0,5%.

Скорость ленты определяется по времени прохождения калиброванного участка ленты известной длины вдоль головок магнитофона. Для проверки необходимо взять катушку с размагниченной лентой (лента должна соответствовать типу, на применение которого рассчитан данный магнитофон) и вмонтировать в нее два отрезка длиной 1—2 см цветных ракордов или ленты с какой-либо записью. Первый отрезок вклеивают на расстоянии 3—4 м от начала ленты, второй — на расстоянии 19,05 м (для скорости ленты 19,05 см/с), 9,53 м (для скорости ленты 9,53 см/с) и 4,76 м (для скорости ленты 4,76 см/с) от первого. Расстояние между отрезками следует тщательно измерить линейкой, не растягивая ленту. Изготовленную таким образом контрольную фонограмму воспроизводят на магнитофоне и с помощью секундомера определяют интервал времени между цветными ракордами (визуально) или между импульсами (на слух в момент прохождения вдоль головок магнитофона).

При указанных длинах ленты интервал времени должен быть равен 100 с. Отклонение измеренного значения от 100 с указывает на отклонение скорости ленты проверяемого магнитофона от номинальной скорости в процентах. Например, если секундомер при прохождении отрезка ленты покажет время, равное 101 с, то фактически скорость ленты проверяемого магнитофона на 1 % меньше номинальной. Если секундомер покажет 99 с, то фактически скорость превышает номинальную на 1%. Замер времени производится протягиванием ленты в начале и конце рулона при напряжении питания соответственно 242 и 198 В. В магнитофонах с несколькими скоростями движения ленты измерения проводят на всех скоростях.

При необходимости скорость регулируется за счет изменения напряжения питания электродвигателя, а также установкой оптимального усилия прижима ролика к тонвалу с помощью перестановки места зацепления пружины прижимного узла.

Определив отклонение средней скорости движения ленты и убедившись в том, что оно не превышает ± 1,0—2,0 % от номинальной, переходят к проверке второго важного параметра лентопротяжного механизма — коэффициента детонации.

Измерение коэффициента детонации. Способ основан на измерении колебаний частоты выходного сигнала магнитофона при воспроизведении на нем сигнала с частотой 3150 Гц, записанного на измерительной ленте (часть Д) без детонации. Проверку детонации производят детонометром, входящим в комплект аудиокомплексного генератора типа TR-0157.

Вначале все наружные детали лентопротяжного механизма, с которыми соприкасается магнитная лента, в том числе магнитные

головки, тщательно размагничивают электромагнитом. Затем на магнитофон устанавливают катушку с измерительной лентой (часть Д). Так как длина этой части ленты сравнительно невелика, к ней предварительно подклеивают обычную магнитную ленту для получения рулона требуемого размера. К линейному выходу испытуемого магнитофона подключают детонометр. Затем включают магнитофон в режим «Воспроизведение» и определяют коэффициент детонации в соответствии с инструкцией, приложенной к детонометру.

Проверку осуществляют в начале и конце полной катушки или кассеты с лентой при повышенном (242 В), а затем при пониженном (198 В) напряжении питания магнитофона. Если показания прибора периодически изменяются, то следует брать наибольшее показание. Результаты нескольких измерений фиксируют. Коэффициент детонации выводят как среднее арифметическое всех результатов измерений на каждой скорости и каждой из дорожек в отдельности. Он не должен превышать норм, обусловленных стандартом или техническими условиями на испытуемые группы сложности магнитофона.

Если коэффициент детонации больше допустимого значения, следует проверить: наклон рабочего зазора воспроизводящей головки; усилие прижима прижимного ролика к ведущему валу; скорость движения магнитной ленты; плавность вращения ролика подмотки, ведущего вала и прижимного ролика; наличие биения конца ведущего вала. Кроме того, необходимо протереть ватным тампоном, смоченным в спирте, поверхность прижимного ролика и оси ведущего вала.

Иногда для обнаружения скрытой неполадки в лентопротяжном механизме осуществляются более подробные механические измерения: давления прижимного ролика на ведущий вал, рабочего натяжения ленты, силы подтормаживания ленты, силы подмотки и др. Эти виды измерений производятся с помощью динамометра.

Установка воспроизводящей (универсальной) головки. При смене магнитных головок необходимо отрегулировать их положение по высоте. Верхний край магнитопровода универсальной головки должен точно совпадать с верхним краем ленты, а рабочий зазор — находиться в середине поверхности, к которой прижата магнитная лента. Для определения правильности расположения головки ее рабочую поверхность закрашивают какой-либо легко стираемой краской или мелом. Затем на лентопротяжный механизм устанавливают катушки с лентой (с записью либо без нее) и включают рабочий ход. По истечении нескольких секунд магнитофон останавливают, ленту снимают, а рабочие поверхности головок рассматривают в лупу. Зона угла огибания хорошо видна на рабочей поверхности головок, так как в ее пределах слой мела или краски стирается лентой. Если рабочий зазор находится посередине стертого участка, то головка установлена правильно, в противном случае нужно немного повернуть головку в сторону большей части стертого участка и повторить проверку еще раз.

Затем производят регулировку перпендикулярности рабочих зазоров головки к направлению движения ленты. Для этого на лентопротяжный механизм устанавливают катушку с измерительной лентой и индексом Ч, на которой записана максимальная частота. К линейному выходу магнитофона подключают электронный вольтметр и включают магнитофон на воспроизведение. При этом регулятор уровня воспроизведения устанавливают в положение максимального усиления.

С помощью установочного винта регулируют угол наклона головки к направлению движения ленты и находят такое ее положение, при котором обеспечиваются максимальные показания электронного вольтметра. Это положение соответствует перпендикулярности рабочего зазора универсальной головки к направлению движения ленты. Регулировку производят на частоте, близкой к верхнему пределу полосы частот записи и воспроизведения магнитофона данной группы сложности. При отсутствии измерительной ленты и электронного вольтметра регулировку можно производить с помощью любой качественной записи сигнала с частотой, близкой к верхнему пределу полосы частот записи и воспроизведения. В этом случае расположение головки регулируется по наилучшему воспроизведению.

Проверку установки универсальной головки по высоте и перпендикулярности рабочих зазоров к направлению движения магнитной ленты можно производить и с помощью осциллографа. Для этого на магнитофон устанавливают измерительную ленту типа 6ЛИТ.4.ЧВН и линейный выход магнитофона соединяют с вертикальным входом осциллографа типа С1-49 (или, например, TR-4351). При воспроизведении сигналов измерительной ленты на скорости 9,53 см/с по каналу «1—4» на экране осциллографа наблюдается осциллограмма, показанная на рис. 9.12, *а*. Импульсы *1—7* показывают частотную характеристику канала «Воспроизведение». Наличие лишь одного импульса *9* свидетельствует о правильной установке головки по высоте относительно магнитной ленты. Если головка установлена ниже необходимого уровня, слева импульса *9* появляется импульс *8* (рис. 9.12, *б*); если головка установлена выше необходимого уровня, оба импульса *8* и *9* пропадают (рис. 9.12, *в*). Вращая регулировочные винты, регулируют положение головки по высоте до получения осциллограммы, показанной на рис. 9.12, *а*.

Для проверки перпендикулярности рабочих зазоров магнитных головок к направлению движения ленты необходимо воспроизвести сигналограмму при включенном канале «3—2». Если угол наклона магнитной головки установлен правильно, осциллограмма имеет вид, показанный на рис. 9.13, *а*, а если неправильно — такой, как указано на рис. 9.13, *б, в*. Расположение импульсов *8, 9* и *10* определяет угол наклона рабочего зазора. Изменяя регулировочными винтами наклон магнитной головки, следует добиться максимальных и равных между собой амплитуд импульсов *8* и *10* (рис. 9.13, *а*), а при невозможности этого — осциллограмм, показанных на рис. 9.13, *г, д*.

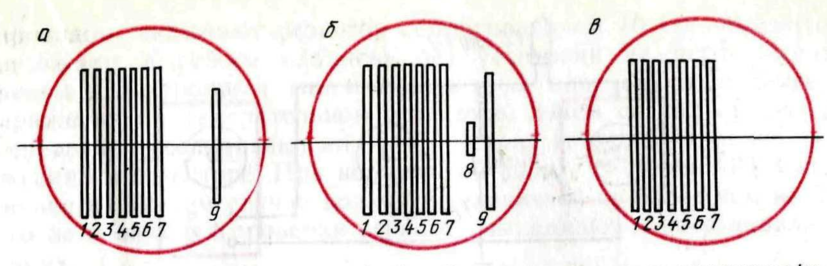


Рис. 9.12. Осциллограммы дорожек *1—4*, наблюдаемые на экране осциллографа при воспроизведении измерительной ленты:

а — нормальное положение головки: *б* — низкое; *в* — высокое

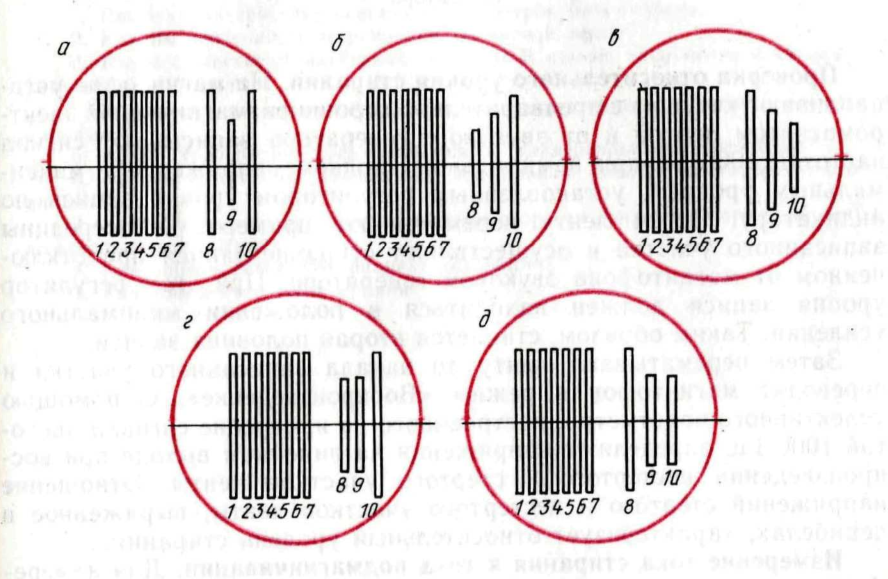


Рис. 9.13. Осциллограммы дорожек *3—2*, наблюдаемые на экране осциллографа при воспроизведении измерительной ленты:

а — наклона головки нет; *б, в* — угол наклона больше допустимого; *г, д* — угол наклона предельно допустимый

Установка номинального тока подмагничивания. Вначале от звукового генератора на вход «Звукосниматель» подают сигнал частотой 1000 Гц. Затем делают несколько контрольных записей при различных токах подмагничивания. Регулировку тока подмагничивания осуществляют с помощью подстроечного конденсатора или переменного резистора (в зависимости от схемы магнитофона). При этом следует запомнить положение подстроечного конденсатора или переменного резистора. При воспроизведении контрольных записей следят за выходным напряжением усилителя воспроизведения по показаниям электронного вольтметра, подключенного к линейному выходу. Ток подмагничивания, при котором произведена запись, обеспечивающая максимальное выходное напряжение при воспроизведении, является оптимальным.

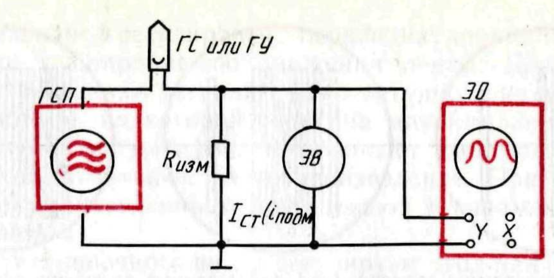


Рис. 9.14. Схема подключения приборов для измерения токов стирания, подмагничивания и частоты генератора

Проверка относительного уровня стирания. На магнитофон устанавливают катушку с предварительно хорошо размагниченной электромагнитом лентой и от звукового генератора записывают сигнал частотой 1000 Гц при номинальном входном напряжении с максимальным уровнем, установленным регулятором уровня записи по индикатору. Затем ленту перематывают примерно до середины записанного участка и осуществляют стирание записи при отключенном от магнитофона звуковом генераторе. При этом регулятор уровня записи должен находиться в положении минимального усиления. Таким образом, стирается вторая половина записи.

Затем перематывают ленту до начала записанного участка и переводят магнитофон в режим «Воспроизведение». С помощью селективного вольтметра, настроенного на измерение сигнала частотой 1000 Гц, определяют напряжения на линейном выходе при воспроизведении нестертого и стертого участков ленты. Отношение напряжений стертого и нестертого участков ленты, выраженное в децибелах, характеризует относительный уровень стирания.

Измерение тока стирания и тока подмагничивания. Для измерения тока стирания в разрыв вывода стирающей головки (рис. 9.14), соединенного с заземленным проводом, включают измерительный резистор $R_{изм}$ сопротивлением 1 Ом и электронным вольтметром измеряют падение напряжения на нем. Значение тока стирания определяется по формуле $I_{стир} = U_{изм} / R_{изм}$.

Ток подмагничивания определяют аналогичным способом, только сопротивление резистора, включенного последовательно с универсальной головкой, составляет 10 Ом. Ток стирания и ток подмагничивания можно установить регулировочными элементами, предусмотренными в схеме генератора. Частоту тока стирания и подмагничивания определяют частотомером или по фигурам Лиссажу с помощью звукового генератора и осциллографа.

Проверка действия системы АРУЗ. Данная проверка производится в тех магнитофонах, где имеется эта система. Для проверки действия системы от звукового генератора на вход «Звукосниматель» магнитофона подают сигнал напряжением 150 мВ частотой 400 Гц. В разрыв вывода универсальной головки, соединенного с общим

проводом, включают резистор сопротивлением 10 Ом. Магнитофон включают в режим «Запись» без установки на него магнитной ленты. Электронным милливольтметром определяют падение напряжения на измерительном резисторе. Затем сигнал от звукового генератора увеличивают на 20 дБ и снова измеряют падение напряжения на резисторе. При нормальной работе системы АРУЗ напряжение во втором случае должно увеличиться не более чем на 3 дБ. После окончания проверки резистор выпаивают и восстанавливают схему.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте характеристику основных параметров магнитофона.
2. Каковы особенности маркировки магнитной ленты?
3. Какие существуют магнитные головки? В чем их назначение и каковы отличительные особенности?
4. Объясните кинематическую схему однодвигательного лентопротяжного механизма.
5. Какие требования предъявляются к универсальным усилителям?
6. Назовите причины нарушения нормальной работы лентопротяжного механизма.
7. Каким образом измеряют отклонение скорости движения магнитной ленты от номинального значения?
8. Как определяется коэффициент детонации?
9. Как измеряется ток стирания?

ГЛАВА 10

РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ

10.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Радиоприемные устройства: радиовещательные приемники, тюнеры, радиолы, магнитолы — предназначены для приема передач радиовещательных станций, в том числе приема стереофонических передач. Они выпускаются в соответствии с ГОСТ 5651—82 «Устройства радиоприемные бытовые».

В зависимости от условий эксплуатации радиоприемные устройства разделяются на стационарные и переносные.

Стационарные радиоприемники настольного и напольного исполнения рассчитаны на работу в комнатных условиях. К этой группе относятся также тюнеры, радиолы и магнитолы.

Тюнер — это устройство, предназначенное для приема передач радиовещательных станций в одном или нескольких диапазонах, воспроизведение которых осуществляется при помощи дополнительных усилителей звуковой частоты и акустических систем.

Радиола представляет собой радиовещательный приемник с устройством для проигрывания граммофонных записей.

Магнитола — это устройство, состоящее из радиовещательного приемника и магнитофонной приставки.

Переносные радиоприемники рассчитаны на работу в любых условиях. Разновидностью их являются карманные и миниатюрные радиоприемники объемом менее 0,3 дм^3.

По виду модуляции принимаемых сигналов радиоприемные устройства делятся на устройства амплитудно-модулированных сигналов в диапазонах ДВ, СВ, КВ и частотно-модулированных сигналов в диапазоне УКВ.

По способу питания радиоприемные устройства выпускаются следующих видов: от сети переменного тока; от автономных источников постоянного тока — батарей и аккумуляторов; с универсальным питанием — для работы от любого из этих источников.

По электрическим и электроакустическим параметрам и комплексу потребительских (эксплуатационных) удобств устройства радиоприемные бытовые разделяются на четыре группы сложности: 0 (высшую), 1, 2 и 3-ю. В качестве компонентов устройства используются: ЧМ- и АМ-тракты; электропроигрывающее устройство (ЭПУ); магнитофонная панель (МП); выносные акустические системы (АС); тракт усилителя звуковой частоты.

Группа сложности радиоприемного устройства определяется наивысшей группой сложности компонентов сквозного тракта: устройства, предназначенного для формирования сигналов звуковой частоты (тюнера, ЭПУ и др.), и тракта УЗЧ-АС. В устройствах с тремя и более компонентами допускается применять тракты АМ и МП на одну-две группы сложности ниже, а ЭПУ — на одну группу сложности ниже, чем группа сложности устройства.

Наименование устройства состоит из слова, обозначающего его вид (тюнер, радиола, магнитола и др.), и условного обозначения, включающего торговое название и числовой индекс, первая цифра которого обозначает группу сложности устройства, вторая и третья цифры — порядковый номер разработки модели. К обозначению стереофонических устройств после цифрового индекса добавляется слово «стерео». Например, тюнер «Скерцо-005-стерео» — это стереофонический тюнер «Скерцо» высшей группы сложности, 5-я модель.

В настоящее время выпускаются радиовещательные приемники с широкой унификацией отдельных узлов и блоков. Это позволяет на единой конструктивной основе создавать различные как по внешнему оформлению, так и по параметрам радиоприемные устройства бытового назначения.

Для переносных радиоприемников немаловажное значение имеет снижение массы и габаритов. Этому способствует применение интегральных микросхем, в которых резисторы, конденсаторы, транзисторы изготовлены в тонкой пластине монокристаллического полупроводника. Широкое применение получили интегральные микросхемы серий К224, К237, К157, К174 и др. На базе этих микросхем выпускаются радиоприемники «Невский», «Вега-404», «Меридиан-235» и др.

10.2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Электрические и электроакустические качества радиоприемных устройств характеризуются рядом параметров, из которых наиболее важными являются диапазон принимаемых частот, чувствительность, избирательность, промежуточная частота, качество воспроизведения сигналов, коэффициент гармонических искажений и потребляемая мощность. Кроме основных параметров, существуют дополнительные, которые оговариваются в ТУ для конкретного типа приемного устройства, например эффективность действия автоматической регулировки усиления (АРУ), наличие автоматической подстройки частоты (АПЧ) и др.

Диапазон принимаемых частот — это область частот или волн, в пределах которых настраиваются радиоприемные устройства. Последние должны обеспечивать прием сигналов радиовещательных станций в следующих (одном или нескольких) диапазонах частот (волн):

ДВ: 148,0—285,0 кГц (2027,0—1050,0 м);
СВ: 525,0—1607,0 кГц (571,4—186,7 м);
КВ: 3,95—12,1 МГц (75,9—24,8 м);
УКВ1: 65,8—74,0 МГц (4,56—4,06 м);
УКВ2: 100,0—108,0 МГц (3,00—2,78 м).

Радиовещательные станции в диапазоне КВ размещены не по всему диапазону, а сосредоточены в некоторых его участках. Поэтому диапазон КВ обычно разбивается на ряд поддиапазонов. Для более удобной настройки на радиостанции такие поддиапазоны растягивают на всю шкалу настройки радиоприемного устройства. Границы растянутых диапазонов КВ следующие:

«50—75 м»: 3,95—5,75 МГц (76,0—52,2 м);
«49 м»: 5,95—6,2 МГц (50,4—48,4 м);
«41 м»: 7,1—7,3 МГц (42,2—41,1 м);
«31 м»: 9,5—9,775 МГц (31,6—30,7 м);
«25 м»: 11,7—12,1 МГц (25,6—24,8 м).

Радиоприемные устройства разных групп сложности различаются между собой числом диапазонов принимаемых частот. Состав диапазонов при этом указывают в ТУ на конкретную модель. Диапазон СВ разрешается разбивать на два поддиапазона. Допускается отсутствие некоторых поддиапазонов с сужением общего диапазона КВ.

Чувствительность характеризует способность радиоприемного устройства принимать слабые сигналы радиовещательных станций. Она определяется величиной поступающего на вход устройства сигнала, которая обеспечивает заданную выходную мощность (или выходное напряжение). Чем меньше ЭДС сигнала, необходимая для получения заданной мощности (или напряжения), тем выше чувствительность устройства, т. е. тем лучше его способность принимать слабые сигналы и сигналы далеких радиостанций. Получение высокой чувствительности связано с усилительными свойствами всех каскадов радиоприемника. Она зависит от диапазона волн и изменяется в его пределах. Высокая чувствительность приемника может быть практически реализована только при условии, если уровень собственных шумов на выходе приемника намного меньше уровня сигнала. Различают реальную и максимальную чувствительность.

Реальная чувствительность определяет минимальный уровень входного сигнала, при котором обеспечивается стандартная (испытательная) выходная мощность при заданном соотношении напряжения входного сигнала и напряжения шумов. Стандартная (испытательная) выходная мощность для отечественных радиоприемных устройств принята равной 50 или 5 мВт в зависимости от группы сложности. Заданное соотношение сигнал/шум при измерении реальной чувствительности в диапазонах ДВ, СВ, КВ должно быть не менее 20 дБ, а в диапазоне УКВ — не менее 26 дБ.

Максимальная чувствительность — это чувствительность, ограниченная усилением. Она определяет такой минимальный уровень сигнала, при котором обеспечивается стандартная выходная мощность при установке всех органов управления радиоприемного устройства в положения, соответствующие максимальному усилению.

Чувствительность радиоприемного устройства по напряжению для наружных антенн измеряется в микровольтах. При работе с внутренней магнитной антенной чувствительность выражается минимальной

напряженностью электрического поля и измеряется в милливольтах или микровольтах на метр (мВ/м или мкВ/м).

Избирательность характеризует способность устройства выделять сигналы нужной радиостанции из всех ЭДС, находящихся в приемной антенне, и подавлять помехи и сигналы других радиостанций, мешающие приему. Эта сложная задача решается с помощью колебательных контуров. Избирательность зависит от количества, качества (добротности) и точности настройки контуров. Она выражается в децибелах (дБ). Различают избирательность по соседнему и зеркальному каналам, а также по частоте, равной промежуточной.

Избирательность по соседнему каналу — это величина, показывающая, во сколько раз ухудшается чувствительность приемного устройства при расстройке на ±9 кГц для АМ-тракта и ±120 или ±180 кГц для ЧМ-тракта. Избирательность по соседнему каналу определяется в основном трактом усиления промежуточной частоты и мало изменяется в пределах диапазона.

Избирательность по зеркальному каналу — это величина, показывающая, во сколько раз чувствительность радиоприемного устройства по зеркальному каналу, т. е. при расстройке на удвоенную промежуточную частоту, хуже его резонансной чувствительности. Ослабление зеркальной помехи осуществляется резонансными контурами входной цепи и усилителем радиочастоты.

Избирательность по частоте, равной промежуточной, — это величина, показывающая, во сколько раз чувствительность радиоприемного устройства по отношению к колебаниям промежуточной частоты (в цепи антенны) хуже чувствительности к тому сигналу, на частоту которого настроено устройство. Ослабление помехи с частотой, равной промежуточной, осуществляется резонансными контурами входной цепи и усилителя радиочастоты. Для большего ослабления сигнала промежуточной частоты и близкой к ней на входе радиоприемного устройства включают специальный антенный фильтр, который настраивают на промежуточную частоту.

Промежуточная частота — это номинальные значения частот, которые в соответствии с ГОСТом должны выбираться из ряда: (0,465 ± 0,002) МГц; (1,84 ± 0,008) МГц; (2,9 ± 0,01) МГц; (10,7 ± 0,1) МГц; (24,975 ± 0,1) МГц.

Качество воспроизведения сигналов устройства характеризуется его способностью воспроизводить на выходе форму огибающей кривой модулированного сигнала, воздействующего на входе. Данный показатель радиоприемного устройства зависит от величины искажений, возникающих в его каскадах. Чем меньше вносимые устройством искажения, тем выше качество воспроизведения принимаемого сигнала.

Потребляемая мощность определяет экономичность радиоприемного устройства и зависит от числа транзисторов и режима их работы. Потребляемая мощность стационарных устройств не должна превышать следующих значений: для тюнеров *0-й группы сложности* — 20 Вт и *1-й* — 10 Вт; *для радиоприемников 2-й группы*

сложности — 25 Вт и *3-й* — 15 Вт. Для переносных устройств при питании от автономных источников тока потребляемая мощность не должна быть более: *радиоприемников (моно) 0-й группы* — 6 Вт, *1-й* — 5 Вт, *2-й* — 4 Вт и *3-й группы* — 2 Вт; *радиоприемников (стерео) 0-й группы сложности* — не более 7 Вт.

10.3. СТЕРЕОФОНИЧЕСКОЕ РАДИОВЕЩАНИЕ

Стереофоническое вещание обеспечивает звучание в жилом помещении, близкое к звучанию в концертном зале, дает возможность любителям музыки вдали от культурных центров слушать передачи, близкие по качеству к естественным. В нашей стране двухканальное стереофоническое радиовещание осуществляется в диапазоне УКВ по системе с полярной модуляцией. Выбор диапазона УКВ для стереовещания объясняется отсутствием в этом диапазоне сильных помех и наличием широкой полосы пропускания радиочастотного тракта и тракта промежуточной частоты.

Сущность стереофонического радиовещания с полярной модуляцией поднесущей частоты заключается в следующем. Радиочастотный стереосигнал, поступающий на вход стереоприемника, представляет собой напряжение несущей частоты диапазона УКВ, модулированное по частоте сложным комплексным стереосигналом (КСС). КСС получается при амплитудной модуляции напряжения вспомогательной, так называемой поднесущей, частоты сигналами звуковых частот двух независимых каналов (А и В). Такой способ модуляции называется полярным, а колебания, полученные в результате модуляции,— полярно-модулированными колебаниями (ПМК).

Полярно-модулированное колебание представляет собой сложный сигнал, в котором огибающая положительных амплитуд поднесущей изменяется в соответствии с сигналом *A* (в левом стереоканале), а огибающая отрицательных амплитуд — в соответствии с сигналом *B* (в правом стереоканале). Сигнал канала *A* (рис. 10.1) представляет информацию от левого микрофона, а сигнал канала *B* — информацию от правого микрофона. Спектр частот ПМК состоит из составляющих, определяемых спектром суммарного сигнала $A+B$, и поднесущей, модулированной по амплитуде разностным сигналом $A-B$. Поднесущая частота составляет 31,25 кГц.

В стереоприемнике после обычного частотного детектора выделяется комплексный стереосигнал, который подается на стереодекодер, где осуществляется преобразование полярно-модулированных колебаний в сигнал звуковой частоты. В результате этого преобразования сигнал звуковой частоты на выходе стереодекодера оказывается разделенным на два сигнала *A* и *B*, которые поступают на двухканальный тракт звуковой частоты. При этом сигнал канала *A* подается в левый канал, а сигнал канала *B* — в правый. К выходу каждого канала тракта звуковой частоты в стереоприемнике подключены акустические системы, которые и обеспечивают стереоэффект при прослушивании стереофонических программ.

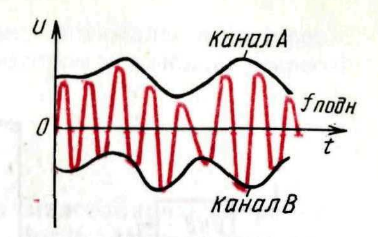


Рис. 10.1. Полярно-модулированные колебания

Стереофоническое радиовещание по системе с полярной модуляцией обладает совместимостью. Это значит, что радиоприемники (стереофонические или монофонические), работающие в режиме монофонических передач в диапазоне УКВ, могут принимать и стереопрограммы, но звучание радиоприемника при этом будет монофоническим (без стереоэффекта). Для информирования радиослушателя о характере принимаемой программы (в диапазоне УКВ) в стереоприемнике имеется стереоиндикатор, для срабатывания которого используется устройство стереоиндикации. При приеме стереофонической передачи это устройство выдает соответствующий сигнал на стереоиндикатор.

Структурная схема радиоприемника со сквозным стереофоническим трактом в УКВ диапазоне приведена на рис. 10.2. Входной радиочастотный сигнал поступает с антенны на блок УКВ, где после фильтрации и усиления преобразуется в сигнал промежуточной частоты. С выхода усилителя промежуточной частоты сигнал подается на частотный детектор, преобразующий его в напряжение звуковой частоты. При приеме монофонических радиопередач это напряжение, как и в обычном приемнике, поступает на усилитель звуковой частоты. При приеме стереопередач комплексный стереосигнал, образующийся на выходе частотного детектора, подается на вход стереодекодера, в котором происходит восстановление поднесущей частоты и преобразование полярно-модулированного колебания в стереосигналы. С выхода стереодекодера сигналы поступают на усилители звуковой частоты.

Тракт усиления звуковой частоты содержит два идентичных канала. Для выравнивания уровня громкости в обоих каналах имеется регулятор стереобаланса, который в одном канале увеличивает громкость, в другом — уменьшает. Для установки регулятора стереобаланса в необходимое положение перед началом передач стереопрограмм передаются специальные стереофонические сигналы (сигналы отдельных звуковых частот).

Прослушивание стереопрограммы и создание характерного для нее эффекта обеспечивается акустической системой, которая состоит из одинаковых громкоговорителей, подключенных к выходу каждого канала тракта звуковой частоты. Акустическая система выполняется в виде двух отдельных звуковых колонок. При подготовке к прослушиванию звуковую колонку, расположенную справа от слушателя, необходимо подключить к выходу правого канала, а колонку, расположенную слева,— к левому каналу. Звуковые колонки обоих каналов стереоприемника должны быть включены в фазе.

При прослушивании стереопередач очень важно правильно расположить звуковые колонки в комнате и определить место слушателя по отношению к ним. Для того чтобы стереоэффект был наилучшим, слушатель должен находиться на достаточном расстоянии

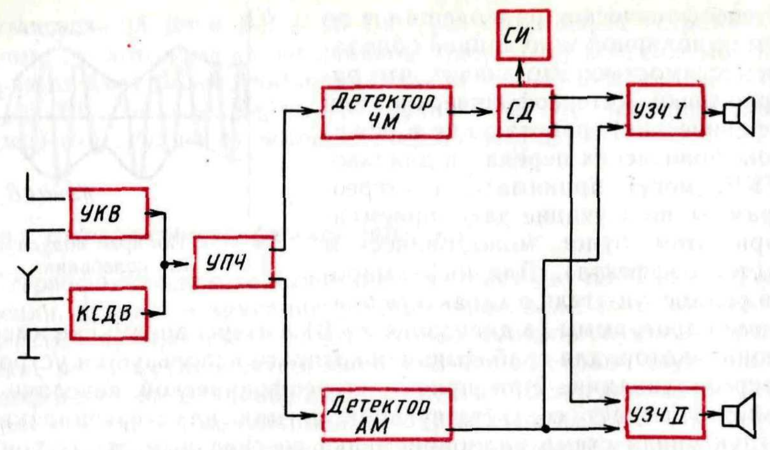


Рис. 10.2. Структурная схема радиоприемника со сквозным стереофоническим трактом УКВ

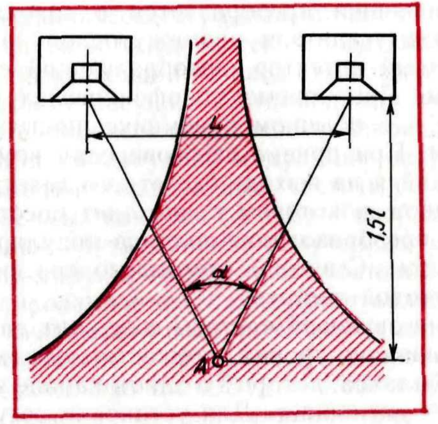


Рис. 10.3. Зона оптимального стереоэффекта

от звуковых колонок, в так называемой зоне оптимального стереоэффекта. Один из вариантов расположения звуковых колонок и слушателя показан на рис. 10.3. В зависимости от размеров комнаты база L может быть равной 1,5—3 м. Зона, в которой проявляется оптимальный стереоэффект, на рис. 10.3 заштрихована, а точка A — это место наилучшего восприятия стереоэффекта (угол $\alpha \sim 40°$)

Перед прослушиванием стереопрограмм регулятором стереобаланса необходимо так отрегулировать громкость в обоих каналах тракта звуковой частоты, чтобы в зоне восприятия стереоэффекта слушатель ощущал звучание не только из точки расположения звуковых колонок, но и в пространстве между ними. Применение специальных звуковых колонок с определенными характеристиками

направленности позволяет расширить зону оптимального стереоэффекта практически на все помещение, в котором установлен стереоприемник.

10.4. МАЛОГАБАРИТНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Общие сведения. Схемы большинства малогабаритных радиоприемников (моделей «Кварц», «Селга», «Вега», «Невский» и др.) содержат входные цепи, преобразователь частоты, усилитель промежуточной частоты, детектор и усилитель звуковой частоты. Выпускавшиеся ранее радиоприемники данного типа были выполнены на семи-восьми транзисторах, а в настоящее время используются транзисторы и интегральные микросхемы. По составу диапазонов малогабаритные радиоприемники, как правило, рассчитаны на прием в диапазонах ДВ и СВ или СВ и КВ.

Принципиальная схема радиоприемника содержит смеситель и гетеродин, которые выполнены на одном транзисторе. Нагрузкой смесителя, как правило, служит фильтр сосредоточенной селекции (ФСС). Усилитель промежуточной частоты — двухкаскадный, причем один каскад собирается как апериодический усилитель, а второй — как резонансный с нейтрализацией. Усилитель звуковой частоты состоит обычно из трех каскадов и содержит четыре транзистора. Оконечный каскад выполняется по двухтактной схеме.

Все крупные компоненты приемников, такие, как конденсатор переменной емкости (КПЕ), головка динамическая и переключатель диапазонов, имеют аналогичную конструкцию, а некоторые из них даже однотипны. В отдельных моделях приемников предусмотрено гнездо для подключения малогабаритного телефона — наушника типа ТМ-4. При подключении телефона динамическая головка громкоговорителя автоматически отключается. Для питания широко используются аккумуляторные батареи типа 7Д-01, сухие батареи типа «Крона» напряжением 9 В.

Радиоприемник «Невский». Этот радиоприемник представляет собой супергетеродин, собранный на пяти транзисторах и одной микросхеме. Он служит для приема передач радиовещательных станций с амплитудной модуляцией в диапазонах средних и коротких волн на внутреннюю магнитную или внешнюю антенну.

Основные параметры радиоприемника. Реальная чувствительность в диапазоне СВ не менее 1,5 мВ/м, а в диапазоне КВ — 300 мкВ/м. Избирательность по соседнему каналу не менее 26 дБ. Полоса воспроизводимых частот 450—3150 Гц. Максимальная выходная мощность 100 мВт. Напряжение питания 9 В.

Принципиальная электрическая схема (рис. 10.4). Катушка входного контура диапазона СВ $L_{СВ}$ намотана на ферритовом стержне магнитной антенны, а катушка входного контура диапазона КВ $L1$ — на каркасе с ферритовым подстроечным сердечником. Применяемая микросхема $DA1$ вместе с подключенными к ней элементами выполняет функции усилителя РЧ, преобразователя частоты, усилителя ПЧ и усилителя сигнала АРУ.

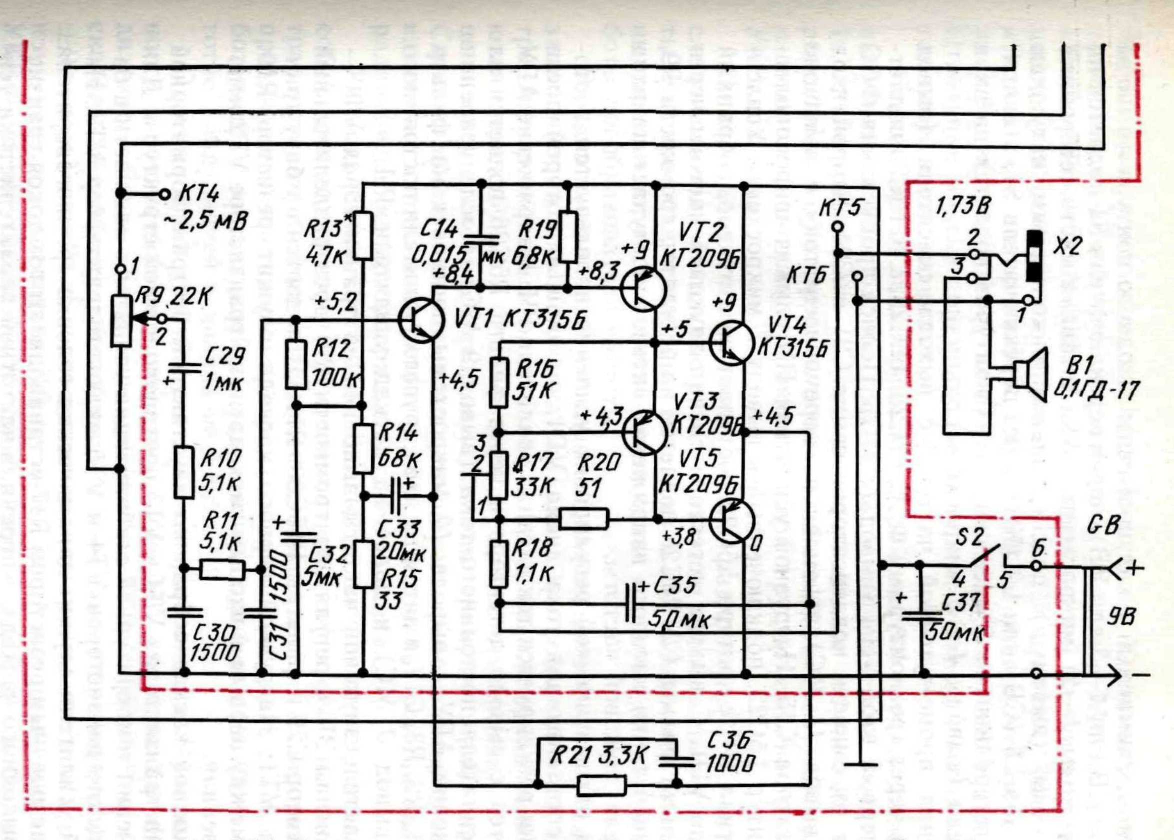


Рис. 10.4. Принципиальная электрическая схема радиоприемника «Невский»

Сигнал, снимаемый с катушки связи входного контура (выводы *3—4* для СВ или *4—5* для КВ), через переключатель *S*1 подается на вход (выводы *1—2*) микросхемы DA1. Активная часть гетеродина микросхемы (вывод *6*) подсоединяется к контурным катушкам гетеродина L3 (СВ) или L2 (КВ) через переключатель S1, а напряжение гетеродина с катушек связи этих контуров подается на вход смесителя (выводы *4* и *5* микросхемы).

Сигнал промежуточной частоты с выхода смесителя (вывод *15* МС) через трехконтурный ФСС L7C25, L6C23, L4C19C20 подается на первый вход УПЧ (вывод *12* МС). Полоса пропускания ФСС зависит от емкости конденсаторов связи C21 и C24. Второй вход УПЧ (вывод *11* МС) заземлен по переменному току с помощью конденсатора C15. Нагрузкой усилителя ПЧ служит широкополосный контур L5C22, подключенный к выводу *7* микросхемы. Усиленный сигнал ПЧ с контура L5C22 поступает на детектор, собранный на диоде VD1. С выхода детектора сигнал звуковой частоты через П-образный фильтр C27R8C28 подается на регулятор громкости R9, со средней точки которого напряжение сигнала поступает на вход усилителя звуковой частоты.

Для автоматической регулировки усиления используется постоянная составляющая тока диода VD1, с помощью которой после усиления регулируется ток каскада усилителя РЧ. Напряжение АРУ снимается с выхода детектора и через фильтр R5C26 подается на вход усилителя постоянного тока (вывод 9 МС). После усиления напряжение АРУ с вывода *10* микросхемы поступает на фильтр АРУ R1, R2, R3, C17, а затем на вход другого усилителя постоянного тока (вывод *3* МС) и далее на каскад усилителя РЧ.

Усилитель звуковой частоты выполнен на транзисторах VT1 — VT5. Сигнал ЗЧ с регулятора громкости R9 через разделительный конденсатор C29 и фильтры R10C30, R11C31 подается на базу транзистора VT1. Нагрузкой первого каскада служит резистор R19. Связь между первым и вторым каскадами на транзисторе VT2 непосредственная.

Выходной каскад собран по двухтактной бестрансформаторной схеме на транзисторах VT4 и VT5 противоположной структуры. Для обеспечения температурной стабилизации усилителя мощности в базовые цепи транзисторов VT4 и VT5 включен транзистор VT3. Нагрузкой усилителя служит динамическая головка громкоговорителя B1. Подстроечным резистором R17 устанавливают ток покоя транзисторов выходного каскада. Коррекция частотной характеристики усилителя звуковой частоты производится за счет частотно-зависимой отрицательной обратной связи. Напряжение обратной связи снимается с эмиттерных цепей транзисторов VT4 и VT5 и через цепочку R21C36 поступает в цепь эмиттера транзистора VT1.

10.5. РАДИОПРИЕМНИКИ 3-Й ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Общие сведения. Наибольшим разнообразием принципиальных схем отличаются радиоприемники 3-й группы сложности. Они выпускаются как переносные, так и стационарные. Одни модели радиоприемников данной группы сложности, например «Альпинист-320», «Нейва-303», «Селга-312» и другие, рассчитаны на прием радиовещательных станций диапазонов ДВ и СВ, другие — «Вега-340», «Вега-342» — на прием ДВ, СВ и УКВ, а радиоприемники «Гиала-303», «Сокол-309» — на прием ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов. Отдельные модели приемников 3-й группы сложности входят в состав переносных магнитол.

Стационарные радиоприемные устройства 3-й группы сложности выпускают в виде радиол трех типов: монофонические («Илга-301-1»), монофонические с панорамно-объемным звучанием («Сириус-316-пано») и стереофонические («Вега-323-стерео»). Все выпускаемые стационарные радиолы данной группы сложности имеют УКВ диапазон.

От малогабаритных радиоприемников радиоприемники 3-й группы сложности отличаются построением каскада преобразователя частоты. Как правило, гетеродин и смеситель в них собираются на отдельных транзисторах, что обеспечивает более высокую стабильность работы преобразователя частоты.

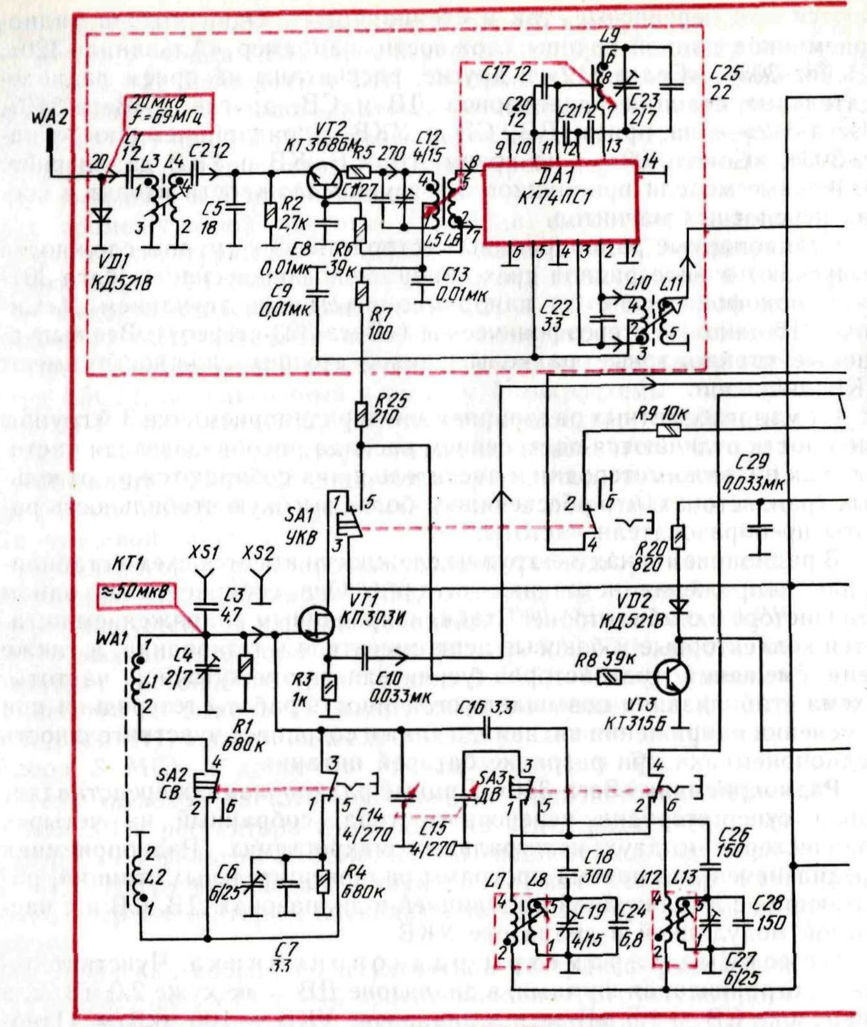
В радиоприемниках 3-й группы сложности имеется схема стабилизации напряжения источника питания. Она собирается на одном транзисторе и стабилитроне. Стабилизированным напряжением питаются коллекторные и базовые цепи смесителя и гетеродина, а также цепи смещения транзисторов усилителя промежуточной частоты. Схема стабилизации повышает устойчивость работы гетеродина при изменении напряжения питания, а также сохраняет чувствительность радиоприемника при разрядке батарей питания.

Радиоприемник «Вега-340». Данный радиоприемник представляет собой супергетеродин переносного типа, собранный на четырех транзисторах и двух интегральных микросхемах. Радиоприемник предназначен для приема программ радиовещательных станций, работающих с амплитудной модуляцией в диапазонах ДВ, СВ и с частотной модуляцией в диапазоне УКВ.

Основные параметры радиоприемника. Чувствительность, ограниченная шумами, в диапазоне ДВ — не хуже 2,0 мВ/м, в диапазоне СВ — 1,5 мВ/м и в диапазоне УКВ — 100 мкВ/м. Односигнальная избирательность по соседнему каналу при расстройке на ±9 кГц не менее 28 дБ; односигнальная избирательность по зеркальному каналу в диапазоне ДВ не менее 32 дБ и в диапазонах СВ и УКВ — 26 дБ. Диапазон звуковых частот на ДВ и СВ составляет 315 — 3550 Гц, а на УКВ — 315—7100 Гц. Номинальная выходная мощность радиоприемника 0,1 Вт.

Питание радиоприемника осуществляется от автономного источника постоянного тока с напряжением 6 В (4 элемента типа А316 «Квант» или «Прима»).

Принципиальная электрическая схема (рис. 10.5). Прием передач в диапазонах ДВ и СВ производится на встроенную магнитную антенну WA1, а в диапазоне УКВ — на встроенную телескопическую антенну WA2. Кроме того, в диапазонах ДВ и СВ



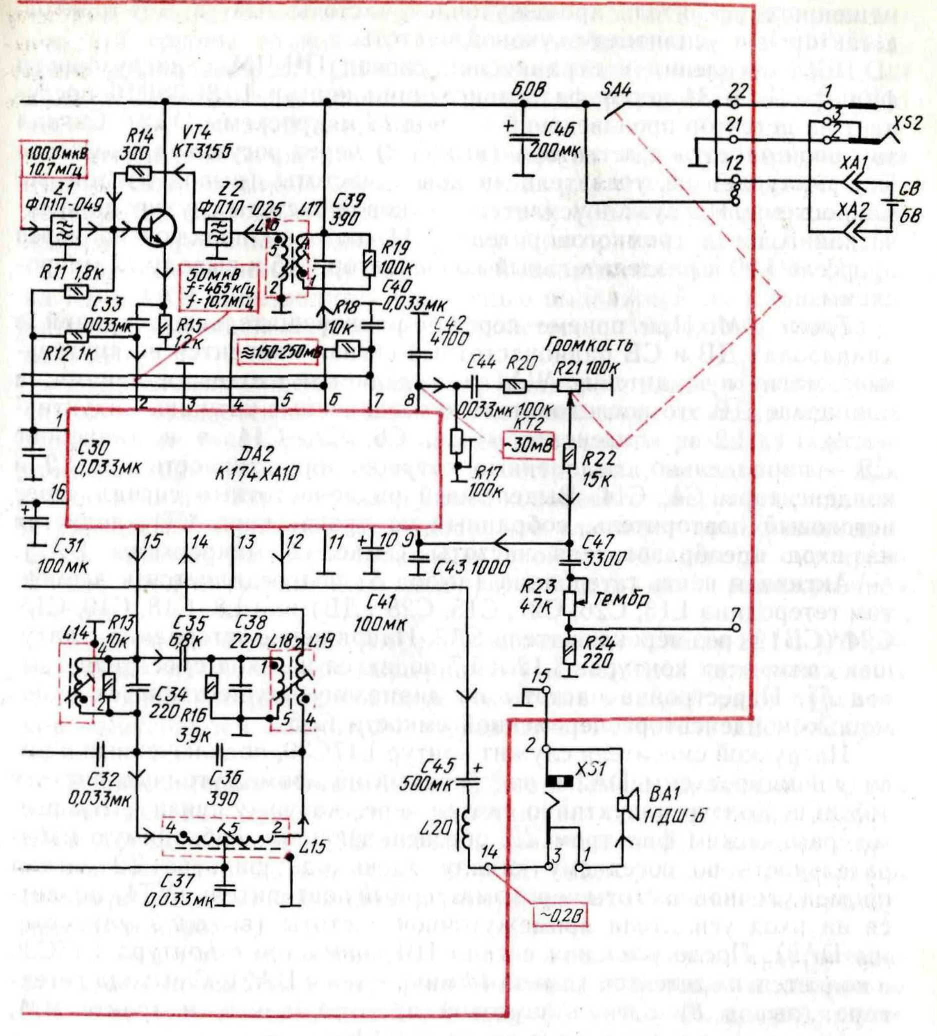


Рис. 10.5. Принципиальная электрическая схема радиоприемника «Вега-340»

имеется возможность подключить внешнюю антенну (гнезда XS1—XS2).

Тракт ЧМ. Блок УКВ собран на транзисторе VT2 и микросхеме DA1. Входная цепь блока состоит из элементов C1, L3, L4, C2, которые совместно с антенной образуют контур, настроенный на среднюю частоту диапазона (69,0 МГц). Контур имеет полосу пропускания, перекрывающую весь диапазон частот УКВ. Выделенный входным контуром сигнал подается на усилитель радиочастоты, собранный на транзисторе VT2. Нагрузкой каскада служит контур L5C11C12L6.

Усиленный каскадом радиочастотный сигнал поступает на вход преобразователя частоты, собранного на микросхеме DA1. Контуром гетеродина служат элементы L9, C23, C25. Подстройка контуров усилителя радиочастоты и гетеродина по диапазону осуществляется вариометрами L5 и L9.

Сигнал промежуточной частоты 10,7 МГц выделяется фильтром L10C22L11 и через пьезокерамический фильтр Z1 и эмиттерный повторитель на транзисторе VT4 поступает на вход усилителя промежуточной частоты (вывод *2* микросхемы DA2). Применяемая микросхема с подключенными к ней элементами выполняет функции сов-

мещенного усилителя промежуточной частоты АМ- и ЧМ-трактов, детекторов и усилителя звуковой частоты.

После усиления и ограничения сигнал ПЧ-ЧМ с нагрузочного фильтра L14C34 через фазосдвигающий контур L18C38R16 поступает на детектор произведений (вывод *14* микросхемы DA2). Сигнал звуковой частоты с детектора (вывод *8*) через регулятор громкости R21 поступает на усилитель звуковой частоты (вывод *9*) той же микросхемы. Нагрузкой усилителя звуковой частоты служит динамическая головка громкоговорителя *BA1*, которая подключена через дроссель L20 и разделительный конденсатор C45 к выводу *12* микросхемы.

Тракт АМ. При приеме передач радиовещательных станций в диапазонах ДВ и СВ радиочастотный сигнал наводится на внутреннюю магнитную антенну WA1 и выделяется входными цепями: в диапазоне ДВ это последовательно соединенные катушки индуктивности L1, L2 и конденсаторы C4, C6, C7, C14, а в диапазоне СВ — параллельно соединенные катушки индуктивности L1, L2 и конденсаторы C4, C14. Выделенный радиочастотный сигнал через истоковый повторитель, собранный на транзисторе VT1, подается на вход преобразователя частоты (вывод *6* микросхемы DA2). Активная часть гетеродина (вывод *5*) подсоединяется к элементам гетеродина L13, C26, C27, C15, C28 (ДВ) или L8, C18, C19, C15, C24 (СВ) через переключатель SA3. Напряжение гетеродина с катушек связи этих контуров L12 и L7 подается на вход смесителя (вывод *5*). Перестройка частоты по диапазону осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости C15.

Нагрузкой смесителя служит контур L17C39, подключенный к выводу *4* микросхемы DA2 и настроенный на промежуточную частоту 465 кГц. Контур индуктивно связан через катушку связи L16 с пьезокерамическим фильтром Z2, обеспечивающим необходимую избирательность по соседнему каналу. С выхода фильтра Z2 сигнал промежуточной частоты через эмиттерный повторитель (VT4) подается на вход усилителя промежуточной частоты (вывод *2* микросхемы DA2). После усиления сигнал ПЧ снимается с контура L15C36 и подается на детектор (вывод *14* микросхемы DA2). С выхода детектора (вывод *8*) сигнал звуковой частоты, как и в тракте ЧМ, поступает на динамическую головку BA1.

В радиоприемнике используется совмещенная схема тракта УПЧ АМ-ЧМ. Коммутация контуров L19 (ЧМ) и L15 (АМ) в тракте ПЧ осуществляется электронным ключом, собранным на транзисторе VT3. Контуры L10, L11 и L18, L19 настроены на частоту 10,7 МГц, а L15, L16 и L17 — на частоту 465 кГц.

10.6. РАДИОПРИЕМНИКИ 2-Й ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Общие сведения. По построению принципиальных электрических схем радиоприемники 2-й группы сложности несколько сложнее, чем радиоприемники 3-й группы сложности, поскольку к первым предъявляются более высокие требования по обеспечению заданных пара-

метров. Следует отметить, что в большинстве моделей радиоприемников 2-й группы сложности («Океан», «Меридиан», «ВЭФ-214»), кроме диапазонов ДВ, СВ и КВ, имеется также диапазон УКВ. Однако в отдельных моделях, например в приемниках «ВЭФ-201», «ВЭФ-204», нет УКВ диапазона.

Элементной базой для этих приемников являются транзисторы и интегральные микросхемы. В каскадах усилителей ПЧ широко используются пьезокерамические фильтры, обеспечивающие высокую избирательность по соседнему каналу. Для приема в диапазонах ДВ, СВ приемники снабжены внутренней ферритовой антенной. Прием на КВ и УКВ производится с помощью выдвижной телескопической антенны, имеющей шарнирное устройство, позволяющее поворачивать ее.

В отдельных моделях, например радиоприемнике «Океан», смеситель выполняется по балансной кольцевой схеме на четырех диодах. Применение такой схемы позволяет обеспечить развязку входных контуров принимаемой частоты и гетеродина, исключая их взаимное влияние. Кроме того, в схеме кольцевого смесителя подавляются четные гармоники гетеродина, что улучшает помехозащищенность приема. За счет балансных свойств кольцевого смесителя можно получить высокую избирательность по промежуточной частоте.

Модели приемников 2-й группы сложности «Океан-221», «Меридиан-235» отличаются от вышеупомянутых моделей наличием схемы электронной настройки. На базе некоторых моделей радиоприемников выпускаются магнитолы «Ореанда-203-стерео», «ВЭФ-Сигма-260».

Радиоприемник «Океан-214». Радиоприемник предназначен для приема передач радиостанций, работающих с амплитудной модуляцией в диапазонах ДВ, СВ и пяти поддиапазонах КВ, а также с частотной модуляцией в диапазоне УКВ. Для плавной раздельной регулировки низких и высоких звуковых частот установлены два регулятора тембра.

Основные параметры радиоприемника. Чувствительность при приеме на внутреннюю магнитную антенну в диапазоне ДВ — не хуже 1,0 мВ/м, в диапазоне СВ — 0,7 мВ/м; при приеме на телескопическую антенну чувствительность в диапазонах КВ1 — КВ5 не хуже 100 мкВ/м, а в диапазоне УКВ — 35 мкВ/м. Односигнальная избирательность по соседнему каналу в диапазонах ДВ и СВ при расстройке на ± 9 кГц не хуже 36 дБ; односигнальная избирательность по зеркальному каналу в диапазоне КВ не хуже 26 дБ и в диапазоне УКВ — 32 дБ. Полоса воспроизводимых звуковых частот по тракту АМ составляет 125—4000 Гц, а по тракту ЧМ — 125 — 10 000 Гц. Номинальная выходная мощность приемника 0,5 Вт. Питание приемника осуществляется от шести элементов типа 373 («Марс», «Сатурн») либо от сети переменного тока напряжением 220 В.

Принципиальная электрическая схема. Радиоприемник построен по функционально-блочному принципу и состоит из пяти

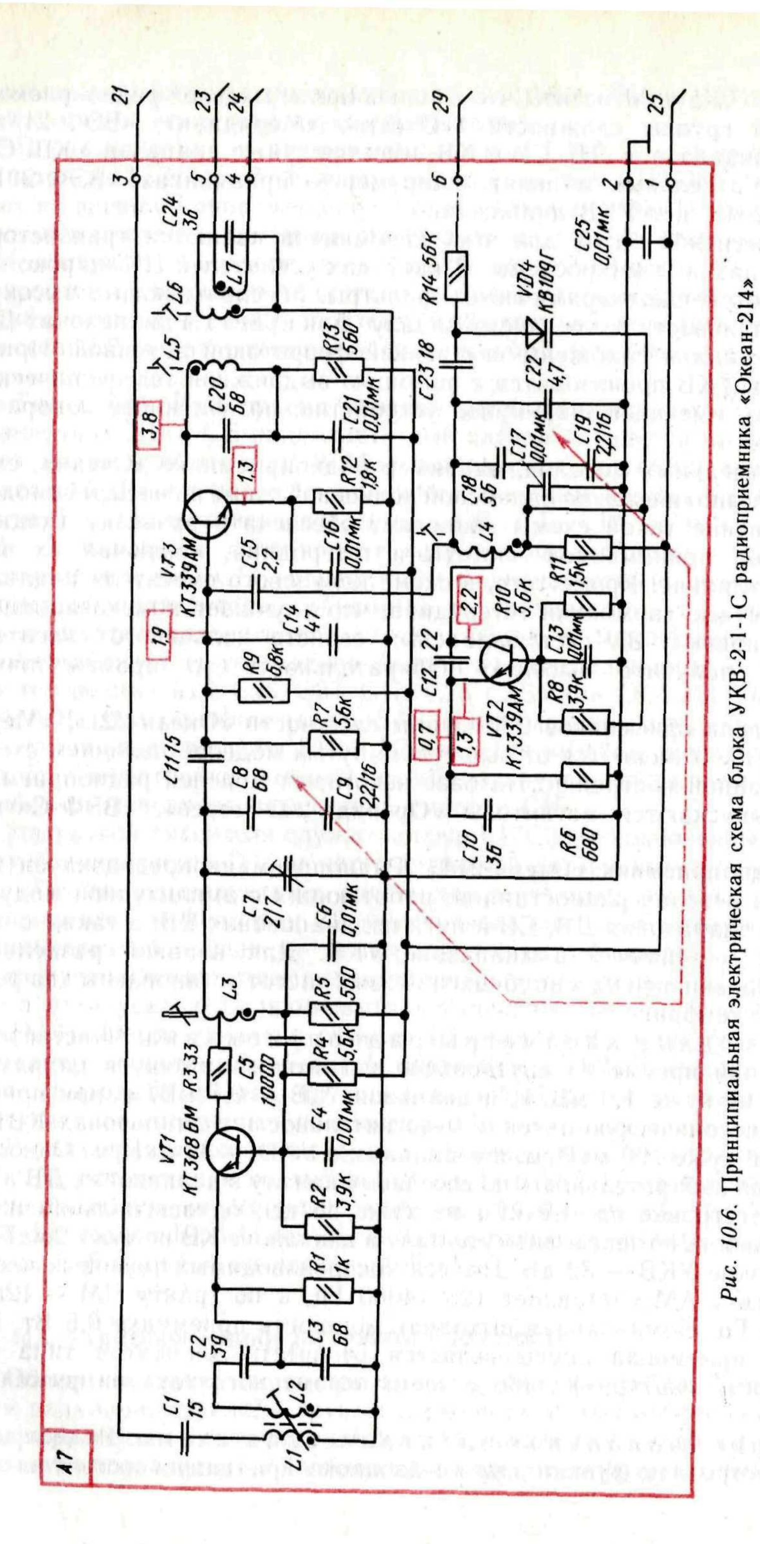


Рис. 10.6. Принципиальная электрическая схема блока УКВ-2-1-С радиоприемника «Океан-214»

блоков: УКВ (А1), КСДВ (А2), РЧ-ПЧ (А3), УЗЧ (А4) и блока питания (А5).

Блок УКВ-2-1-1С (рис. 10.6). Входная цепь унифицированного блока УКВ выполнена по трансформаторной широкополосной схеме. Сигнал с телескопической антенны (контакт *3*) через конденсатор С1 поступает на входную цепь L1L2C2C3. Напряжение сигнала с емкостного делителя С2 и С3 подается на эмиттер транзистора VT1 усилителя радиочастоты, собранного по схеме с общей базой. Нагрузкой транзистора является колебательный контур L3C5C6C7, настраиваемый на частоту принимаемого сигнала конденсатором переменной емкости С9. Резистор R3 служит для уменьшения паразитной связи между входом и выходом каскада. Резисторы R1, R2 и R4 определяют режим транзистора VT1 по постоянному току. Элементы R5 и С6 являются фильтром в цепи питания транзистора.

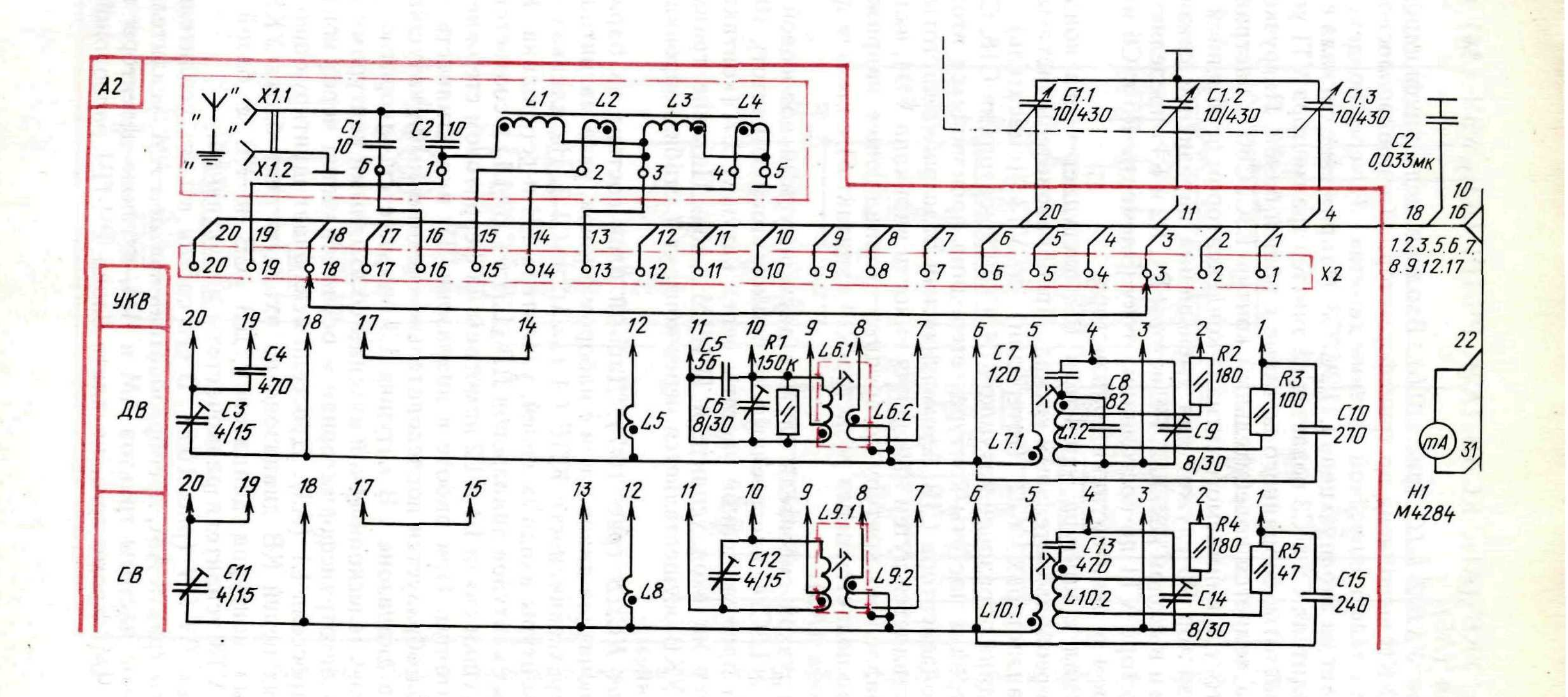
Сигнал с контура усилителя РЧ поступает через конденсатор С11 в преобразовательный каскад. Преобразователь частоты собран на транзисторах VT2 (гетеродин) и VT3 (смеситель). Контур гетеродина образован катушкой L4 и конденсаторами С18, С19, С22. Перестройка частоты контура гетеродина производится второй секцией конденсатора С19. Автоматическая подстройка частоты (АПЧ) осуществляется путем изменения емкости варикапа VD4, включенного параллельно контуру гетеродина. Управляющее напряжение на варикап подается через резистор R14 (контакт *6*) с выхода дробного детектора (А3).

Нагрузкой смесителя служит двухконтурный полосовой фильтр L5C20 и L6C24, настроенный на промежуточную частоту 10,7 МГц. Сигнал промежуточной частоты через катушку L7 (контакты *5*, *4*) подается на вход усилителя ПЧ-ЧМ (А3). Питание транзисторов блока УКВ осуществляется через контакт *1* стабилизированным напряжением.

Блок КСДВ (рис. 10.7). Данный блок состоит из барабанного переключателя диапазонов с набором планок, узла магнитной антенны и трехсекционного КПЕ С1.1, С1.2 и С1.3. На планках установлены контуры входных цепей, усилителя РЧ и гетеродина. Катушки входных контуров диапазонов ДВ (L3) и СВ (L1) и соответствующие им катушки связи L4 и L2 намотаны на ферритовом стержне магнитной антенны. При работе в диапазоне ДВ индуктивность входного контура образуется последовательно соединенными катушками L1 и L3, а в диапазоне СВ катушка L3 замыкается накоротко.

Связь телескопической антенны со входными контурами диапазона КВ автотрансформаторная и осуществляется через конденсатор С1 и дроссель L1 (А3). Дроссель исключает шунтирующее влияние входных цепей КВ диапазона на входную цепь блока УКВ. Связь входных контуров диапазонов ДВ, СВ и КВ с базой транзистора VT8 усилителя радиочастоты индуктивная.

Блок РЧ-ПЧ (рис. 10.8). В его состав входят усилитель радиочастоты тракта АМ, преобразователь частоты АМ, усилитель промежуточной частоты трактов АМ и ЧМ, а также детекторы сигналов АМ и ЧМ. Кроме того, на плате блока РЧ-ПЧ расположен стаби-



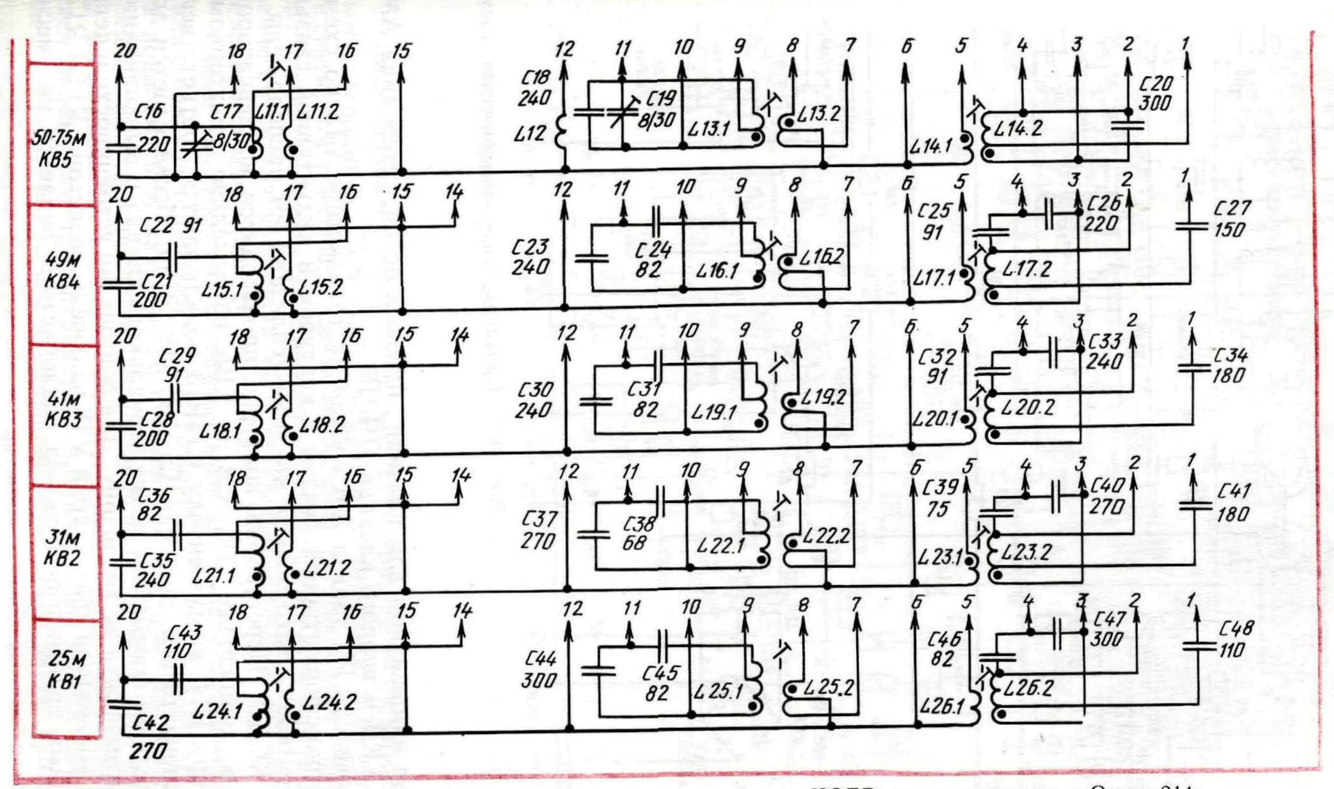
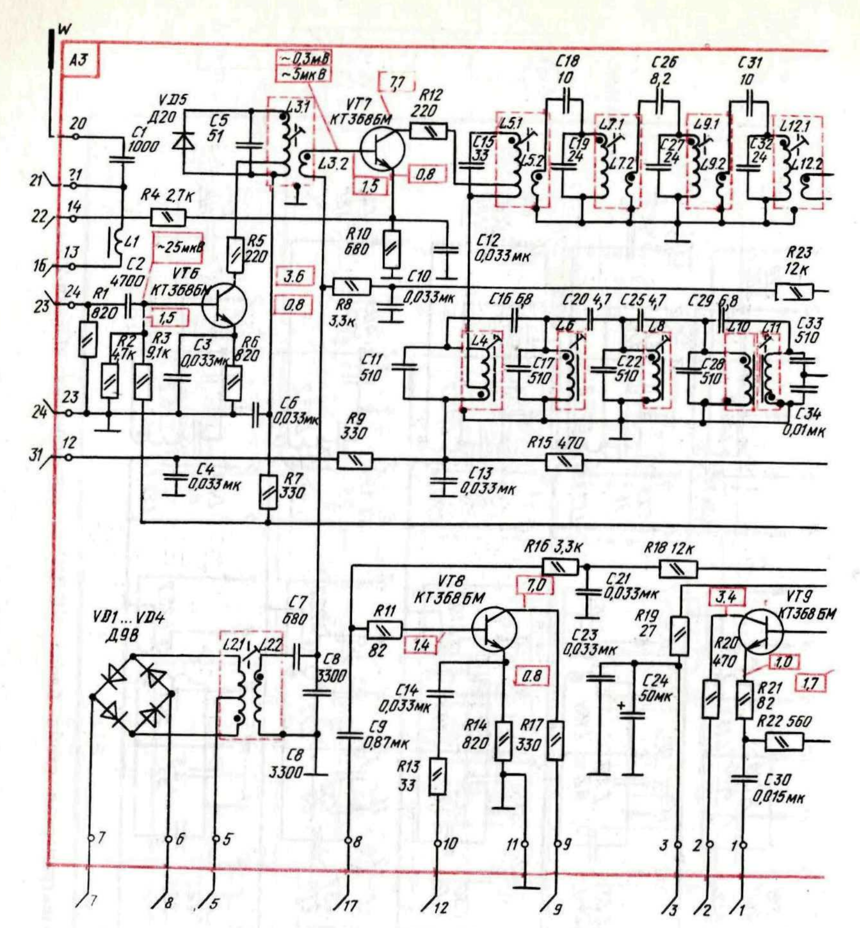


Рис. 10.7. Принципиальная электрическая схема блока КСДВ радиоприемника «Океан-214»



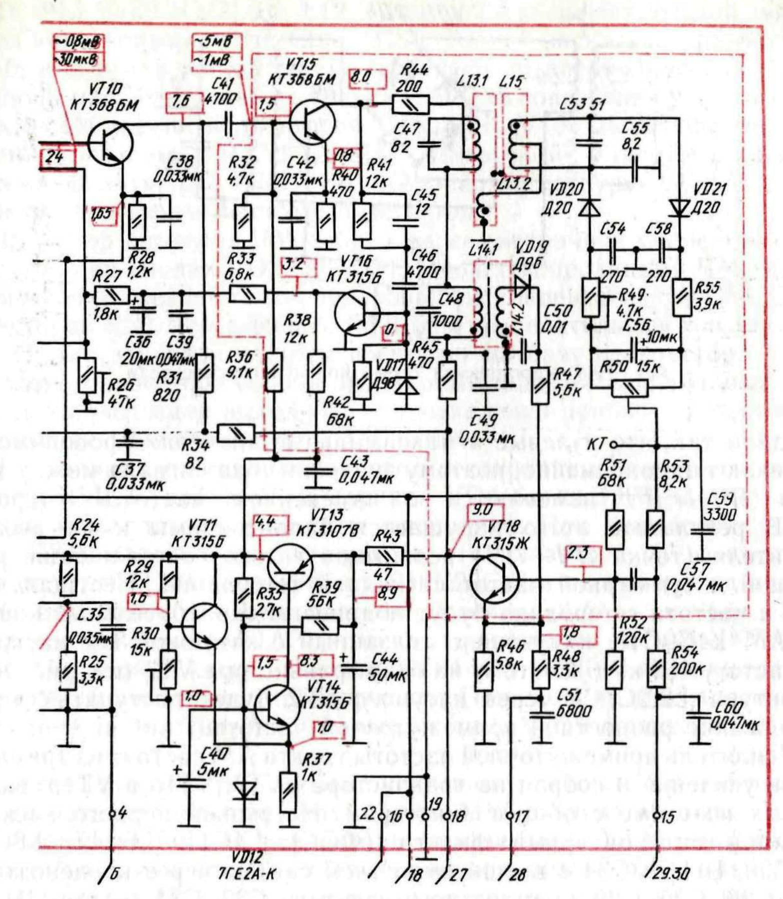


Рис. 10.8. Принципиальная электрическая схема блока РЧ-ПЧ радиоприемника «Океан-214»

лизатор напряжения для питания базовых цепей, гетеродина АМ, блока УКВ и первого каскада ПЧ-ЧМ.

Усилитель РЧ тракта АМ собран на транзисторе VT8 по схеме с автотрансформаторной связью с контуром и индуктивной связью со смесителем. Нагрузочные контуры усилителя РЧ расположены в блоке КСДВ. Перестройка контуров производится конденсатором С1.2. В диапазонах ДВ, СВ и КВ5 параллельно эмиттерному резистору R14 через цепочку C14R13 подключаются соответственно радиочастотные дроссели L5, L8, L12. Этим обеспечивается дополнительное ослабление помех зеркального канала и выравнивание чувствительности по диапазону. Для повышения устойчивости в цепи базы и коллектора транзистора VT8 включены резисторы R11 и R17. Усиленный транзистором сигнал радиочастоты подается на смеситель.

Преобразователь частоты тракта АМ выполнен по схеме с отдельным гетеродином. Гетеродин собран на транзисторе VT9 по схеме индуктивной трехточки. Связь гетеродина со смесителем трансформаторная. Особенностью преобразователя частоты является применение смесителя на диодах VD1—VD4, выполненного по балансной кольцевой схеме (рис. 10.9).

Смеситель имеет симметричный вход для подачи напряжения сигнала с контура усилителя РЧ L4 (точки *с—с*). Напряжение гетеродина подводится от катушки L5 к точкам *г—г* схемы. Катушка L3 со средним выводом выполняет функции фазовращателя. Ток гетеродина разветвляется, в результате образуются токи соответствующих плеч балансного преобразователя частоты. При полной симметрии плеч в точках *ПЧ — ПЧ* напряжение гетеродина равно нулю. Проводимость диодов изменяется во времени с изменением частоты ге-

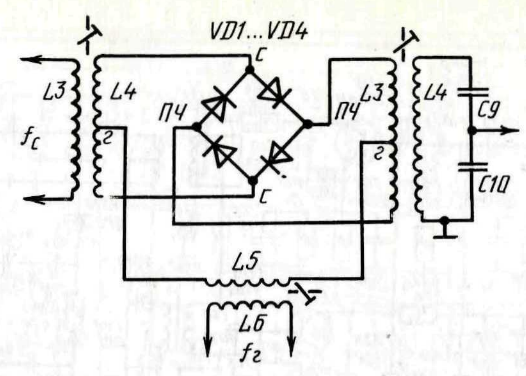


Рис. 10.9. Упрощенная схема кольцевого смесителя

теродина так, что нулевые и максимальные значения проводимости возникают одновременно, поэтому значения тока сигнала между точками *ПЧ — ПЧ* изменяются с изменением частоты гетеродина. В результате этого нарушается баланс схемы и на выходе смесителя (точки *ПЧ—ПЧ*) возникают только составляющие разностной и суммарной частот сигнала и гетеродина. Несущая частота и частота гетеродина будут подавлены. Колебательный контур ПЧ-АМ L4C9C10, индуктивно связанный с катушкой L3, настроен на частоту 465 кГц. Поэтому на базу транзистора VT7 (см. рис. 10.8) с контура L2.2C7C8 через катушку L3.2 будет поступать только напряжение разностной промежуточной частоты.

Усилитель промежуточной частоты тракта АМ состоит из трех каскадов усиления и собран на транзисторах VT7, VT10 и VT15, включенных по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой первого каскада является пятиконтурный фильтр (ФСС) L4C11, L6C17, L8C22, L10C28, L11C33C34 с внешнеемкостной связью через конденсаторы C16, C20, C25, C29. С емкостного делителя C33, C34 сигнал ПЧ поступает на базу транзистора VT10. Так как ФСС обеспечивает избирательность по соседнему каналу, то второй каскад собран по апериодической схеме. Нагрузкой второго каскада служит резистор R31, с которого сигнал ПЧ через разделительный конденсатор C41 подается на базу транзистора VT15. В коллекторную цепь этого транзистора последовательно с фильтром ЧМ включен одноконтурный полосовой фильтр L14.1C48 с катушкой связи L14.2. В контур по последовательной схеме подключен детектор сигнала АМ, собранный на диоде VD19. Полученный в результате детектирования сигнал звуковой частоты снимается с делителя R47, R48 и через контакт *28* поступает на вход усилителя звуковой частоты (A4).

Усилитель ПЧ тракта ЧМ содержит четыре каскада усиления и выполнен на транзисторах VT6, VT7, VT10 и VT15. Сигнал с выхода блока УКВ поступает на базу транзистора VT6. Нагрузкой каскада служит контур L3.1, C5, имеющий ограничительный диод VD5 для защиты тракта от перегрузки. Нагрузкой второго каскада на транзисторе VT7 является четырехконтурный фильтр (ФСС) L5.1C15L5.2, L7.1C19L7.2, L9.1C27L9.2, L12.1C32L12.2 с внешнеемкостной связью через конденсаторы C18, C26 и C31. Третий каскад на транзисторе VT10, как и для АМ-сигналов, выполнен по апериодической схеме, что повышает устойчивость тракта ПЧ. Для повышения устойчивости тракта ЧМ в цепи коллекторов VT6, VT7, VT15 включены соответственно резисторы R5, R12, R44. Нагрузкой четвертого каскада служит фильтр L13.1C47. Ко вторичному контуру L15C53 этого фильтра подключен частотный детектор.

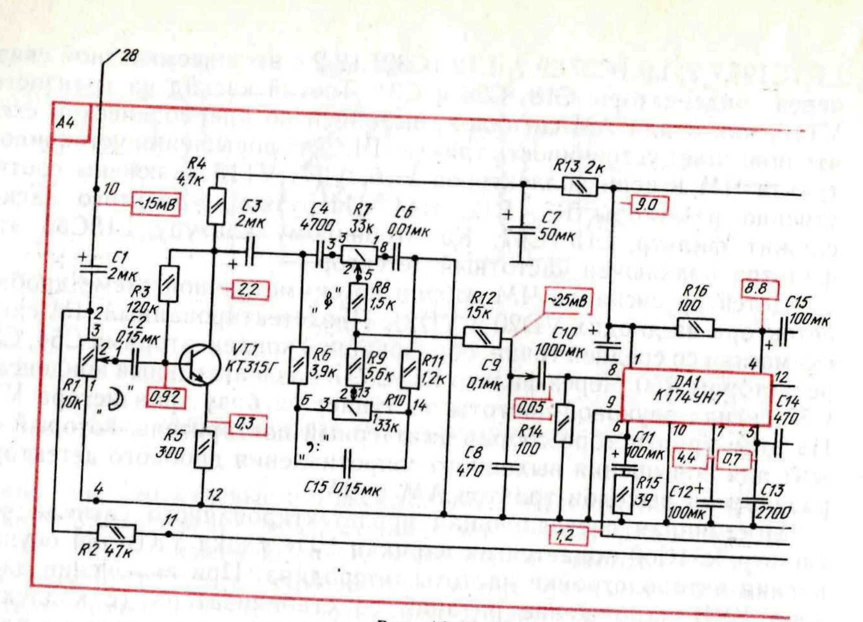
Детектор сигналов ЧМ собран по симметричной схеме дробного детектора на диодах VD20 и VD21. Продетектированный ЧМ-сигнал снимается со средней точки, образованной конденсаторами C54, C58 и резистором R50. Через фильтр R53C59 и разделительный конденсатор C57 сигнал звуковой частоты поступает на базу транзистора VT18. На этом транзисторе собран эмиттерный повторитель, который служит для повышения выходного сопротивления дробного детектора и разделения выходов трактов АМ и ЧМ.

Постоянная составляющая продетектированного сигнала через фильтр R54C60 подается на варикап VD4 блока УКВ для осуществления автоподстройки частоты гетеродина. При включении диапазона УКВ напряжение питания со стабилизатора (с коллектора транзистора VT13) через фильтр R19C23C24 и перемычку на планке УКВ барабанного переключателя (клеммы *3,10* — см. рис. 10.7) подается на контакт *16* (A3), откуда оно поступает на блок УКВ (контакт *22*), первый каскад усилителя ПЧ-ЧМ (VT6) и на базу транзистора VT18 эмиттерного повторителя. При этом положительное напряжение на эмиттере VT7 закрывает диод VD19 детектора АМ-сигнала.

Автоматическая регулировка усиления трактов АМ и ЧМ построена по эстафетному принципу. Схема АРУ собрана на диоде VD17, транзисторе VT16. С коллектора транзистора VT15 напряжение частотой 465 кГц или 10,7 МГц подается через частотно-зависимую цепочку R41, C45 и разделительный конденсатор C46 на диод VD17. Нагрузкой детектора АРУ служит резистор R42. С ростом сигнала ПЧ возрастает продетектированное диодом VD17 напряжение. В результате открывается транзистор VT16, и напряжение на его коллекторе уменьшается. Это напряжение через фильтр и делители R33, C39, C36, R27, R26 подается на базу транзистора VT10 и закрывает его.

Режим транзистора VT10 регулируется подстроечным резистором R26. С резистора R28 в цепи эмиттера транзистора VT10 напряжение АРУ, полученное в результате изменения эмиттерного тока транзистора VT7, фиксируется стрелочным индикатором M4284, подключенным к эмиттеру транзистора VT7. Таким образом, осуществляется индикация точной настройки радиоприемника на частоту принимаемого сигнала. Резистор R4 ограничивает чувствительность индикатора.

Чтобы повысить стабильность работы гетеродина и сохранить высокую чувствительность радиоприемника при глубокой разрядке батарей (до 5—6 В), питание блока УКВ, гетеродина и базовых цепей всех транзисторов блока РЧ-ПЧ осуществляется от стабили-



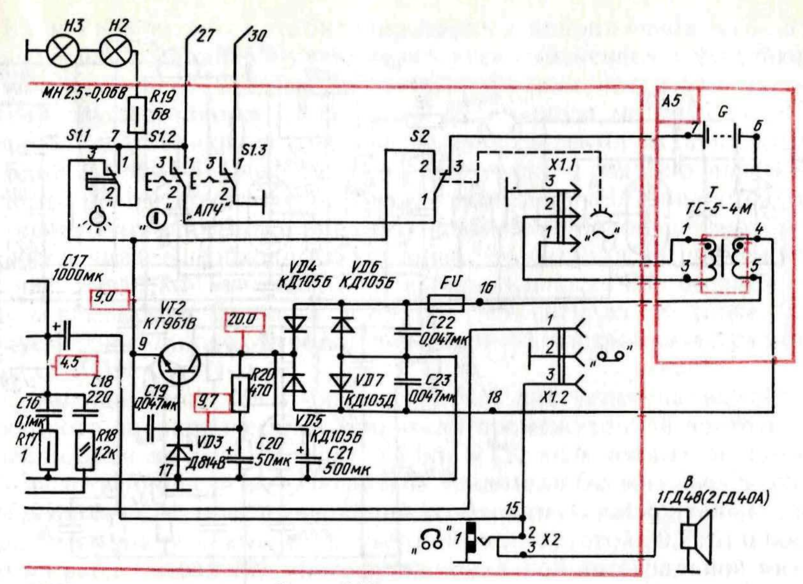


Рис. 10.10. Принципиальная электрическая схема УЗЧ радиоприемника «Океан-214»

затора напряжения питания. Схема стабилизатора выполнена на
транзисторах VT11, VT14, VT13 и диоде VD12. Регулирующим эле-
ментом в этой схеме является транзистор VT14. Стабистор VD12
обеспечивает постоянное опорное напряжение. Стабилизированное
напряжение 4,4 В снимается с коллектора транзистора VT13.

Усилитель звуковой частоты (рис. 10.10). Сигнал звуковой час-
тоты с регулятора громкости R1 через разделительный конденсатор
C2 поступает на базу транзистора VT1. На этом транзисторе по
резистивной схеме собран предварительный усилитель напряжения.
Усиленный сигнал ЗЧ с коллектора транзистора подается на раздель-
ные регуляторы тембра R7 по высоким и R10 по низким звуковым
частотам. С выходов регуляторов тембра сигнал ЗЧ через кор-
ректирующую цепочку R12C8 подается на усилитель мощности,
выполненный на микросхеме DA1. Цепочка C10R16C15 является
фильтром в цепи питания. Конденсаторы C13, C14 служат для
предотвращения самовозбуждения на высоких частотах. Нагрузкой
усилителя мощности служит динамическая головка громкоговорите-
ля, которая подключена к выводу *12* микросхемы через конденсатор
C17. Для записи на магнитофон сигнал ЗЧ снимается с регулятора
громкости R1 через резистор R2 на соединитель X1.2.

Для питания радиоприемника от сети переменного тока на плате
УЗЧ расположен блок питания. В его состав входит двухполу-
периодный выпрямитель, собранный на диодах VD4—VD7 по мосто-
вой схеме с емкостным фильтром C21. Стабилизация выпрямлен-
ного напряжения осуществляется транзистором VT2 и стабилитроном
VD3.

10.7. РАДИОПРИЕМНИКИ 1-Й ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Общие сведения. По сравнению с радиоприемниками 2-й группы сложности радиоприемники 1-й группы сложности отвечают более высоким требованиям и имеют ряд новых схемных решений. Широкое распространение среди них получили переносные радиоприемники «Рига-104», магнитолы «Рига-110», «Казахстан-101-стерео». Стационарные модели радиоприемников 1-й группы сложности входят в состав многих музыкальных центров, например «Мелодия-106-стерео», «Вега-115-стерео», «Корвет-104-стерео» и др.

Построение радиоприемного тракта в перечисленных моделях отличается между собой, поскольку они разрабатывались в различные периоды времени. Элементной базой во всех моделях служат полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы серии К174. В отдельных моделях применяется схема бесшумной настройки, исключающая прослушивание шумов и помех в процессе перестройки с одной радиостанции на другую. В диапазоне УКВ используется электронная настройка с помощью варикапных матриц.

В то же время в радиоприемниках 1-й группы сложности имеется много общего, так как в них используется ряд унифицированных блоков: УКВ-1-2С, детектор сигналов с частотной модуляцией (ДЧМ-II-5), стереодекодер (СД-А-1). Поэтому в данном параграфе рассматриваются электрические схемы перечисленных блоков.

Блок УКВ-1-2С (рис. 10.11). По построению схемы данный блок аналогичен блоку УКВ-1-1, но в нем в усилителе радиочастоты и в гетеродине применяются кремниевые транзисторы, а в смесителе —

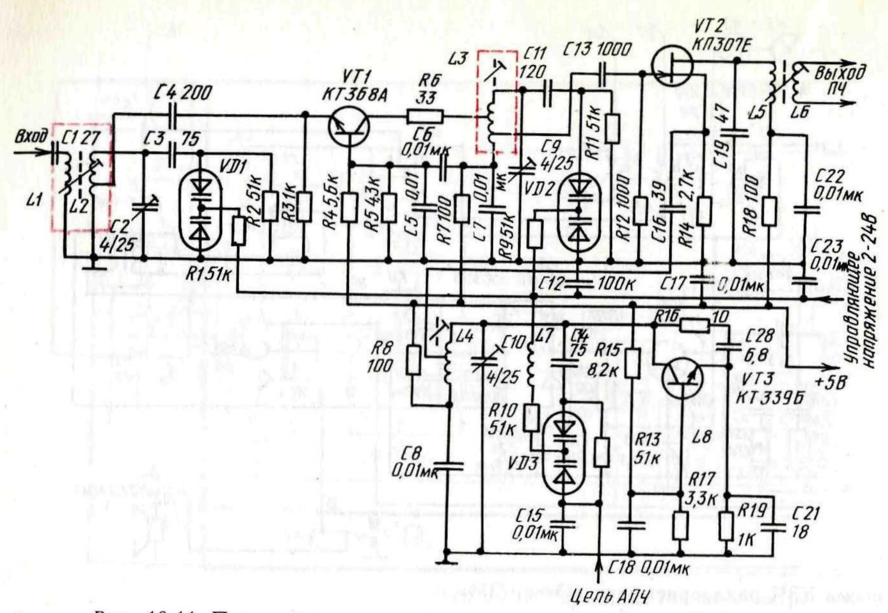


Рис. 10.11. Принципиальная электрическая схема блока УКВ-1-2С

полевой. Применение полевого транзистора в смесителе связано с необходимостью повышения помехозащищенности тракта УКВ ЧМ.

Электрическая схема блока состоит из настраиваемой входной цепи, усилителя радиочастоты и преобразователя.

Входная цепь L2C2C3VD1 имеет трансформаторную связь с антенной через катушку связи L1. Перестройка входной цепи осуществляется с помощью варикапной матрицы VD1 при изменении управляющего напряжения, которое подается через резистор R2. Напряжение сигнала снимается с части катушки L2 и через разделительный конденсатор C4 подается на эмиттер транзистора VT1.

На этом транзисторе по схеме с общей базой собран усилитель радиочастоты. Нагрузкой усилителя служит контур L3C9C11VD2, который настраивается на частоту принимаемого сигнала изменением емкости варикапной матрицы VD2. С отвода катушки L3 сигнал через конденсатор связи C13 подается на затвор транзистора VT2 смесителя частоты.

Гетеродин собран на транзисторе VT3 по схеме емкостной трехточки. Контур гетеродина L4C10C14VD3 перестраивается изменением емкости варикапной матрицы VD3. Напряжение гетеродина на исток транзистора VT2 смесителя поступает через конденсатор C16. Чтобы обеспечить электрическую устойчивость работы гетеродина, на вывод базы транзистора VT3 надет ферритовый трубчатый сердечник L8, выполняющий роль помехоподавляющего дросселя. Нагрузкой смесителя служит контур L5C19, настроенный на частоту 10,7 МГц. Сигнал промежуточной частоты через катушку связи L6 подается в тракт УПЧ ЧМ.

Блок УКВ питается стабилизированным напряжением плюс 5 В. Перестройка по диапазону обеспечивается изменением управляющего напряжения от 2 до 24 В. Автоматическая настройка частоты (АПЧ) осуществляется подачей на варикапную матрицу VD3 постоянной составляющей тока частотного детектора (цепь АПЧ).

Блок ДЧМ-II-5 (рис. 10.12). В переносных радиоприемниках и магнитолах 1-й группы сложности тракт УПЧ ЧМ является раздельным и выполняется в виде функционально законченного блока. Он обеспечивает необходимое усиление ЧМ-сигнала на промежуточной частоте 10,7 МГц, требуемую избирательность по соседнему каналу и выполняет функции детектора ЧМ-сигнала. В блоке ДЧМ предусмотрено также устройство бесшумной настройки и усилитель сигнала АПЧ.

С выхода блока УКВ сигнал ПЧ-ЧМ поступает на вход двухкаскадного апериодического усилителя промежуточной частоты, который собран на транзисторах VT1 и VT2, включенных по схеме с непосредственной связью. Нагрузкой усилителя служит пьезокерамический фильтр Z1, обеспечивающий необходимую избирательность по соседнему каналу. С выхода фильтра сигнал частотой 10,7 МГц поступает на вход (вывод *13*) многофункциональной интегральной микросхемы DA1.

Микросхема содержит усилитель-ограничитель, частотный детектор и предварительный усилитель звуковой частоты. С одного из ее низкочастотных выходов (вывод *8*) снимается сигнал звуковой частоты, а с другого (вывод *10*) — сигнал на двухкаскадный усилитель постоянного тока на транзисторах VT6, VT7, выполняющий функции усилителя системы АПЧ.

Система АПЧ работает следующим образом. Сигнал с вывода *10* (MCDA1) поступает на эмиттер транзистора VT6. При этом изменение напряжения эмиттер-база транзистора VT6 приводит к изменению потенциала на его коллекторе и, следовательно, потенциала на базе транзистора VT7. В результате с эмиттера транзистора VT7 на выход АПЧ снимается напряжение, которое изменяется относительно опорного напряжения, равного 3В. При неточной настройке на радиостанцию напряжение АПЧ оказывается больше или меньше опорного (в зависимости от знака расстройки). С помощью подстроечного резистора R17 производится начальная балансировка системы АПЧ.

Устройство бесшумной настройки в диапазоне УКВ собрано на транзисторах VT3—VT5. Сущность бесшумной настройки состоит в том, что только при настройке радиоприемника на радиостанцию с уровнем сигнала, достаточным для качественного прослушивания, появится сигнал на выходе усилителя промежуточной частоты.

Управляющий сигнал с вывода *8* микросхемы через конденсатор C13 поступает на базу транзистора VT4. При точной настройке радиоприемника на принимаемую радиостанцию напряжение шума отсутствует и на базу транзистора VT4 подается сигнал с большим уровнем. В результате транзистор VT4 открыт, а транзисторы VT5 и VT3 закрыты. Сопротивление перехода коллектор-эмиттер тран-

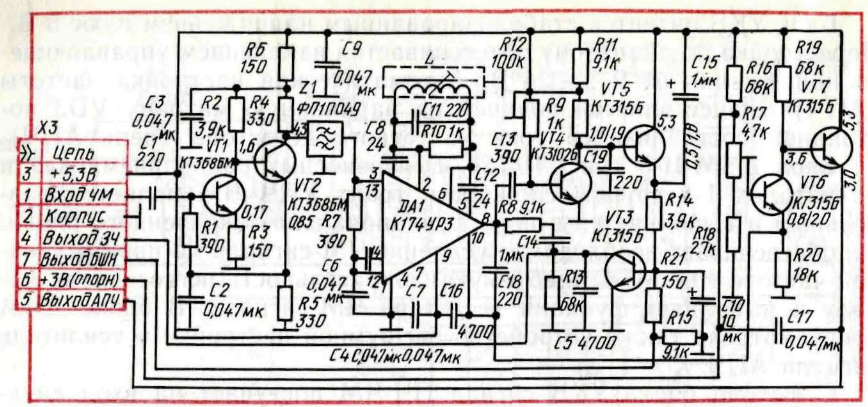


Рис. 10.12. Принципиальная электрическая схема блока ДЧМ-11-5

зистора VT3 при этом максимально, и оно не влияет на прохождение сигнала звуковой частоты с вывода *8* микросхемы через цепочку R8C14 на вход усилителя звуковой частоты.

При неточной настройке на радиостанцию (при отсутствии сигнала или малом уровне его на выходе микросхемы) транзистор VT4 закрыт. Напряжение на его коллекторе возрастает, и транзистор VT5 открывается. При этом также открывается транзистор VT3, сопротивление его перехода коллектор-эмиттер уменьшается и шунтирует выход микросхемы. В результате сигнал звуковой частоты с выхода микросхемы не проходит на вход усилителя звуковой частоты.

Таким образом, транзистор VT3 выполняет функции электронного ключа, который открывает выход микросхемы для сигнала звуковой частоты при точной настройке радиоприемника на радиостанцию. Порог срабатывания устройства бесшумной настройки регулируют подстроечным резистором R12.

Стереодекодер СД-А-1 (рис. 10.13). Стереодекодер предназначен для разделения стереофонических каналов при приеме стереопрограммы и индикации наличия их. Стереодекодер работает по методу временного разделения стереофонических каналов и содержит восстановитель поднесущей частоты, формирователь коммутирующих импульсов, коммутатор, фильтры подавления надтональных частот, выходные каскады с цепями частотной коррекции, каскады стереоиндикации и автоматики.

Комплексный стереофонический сигнал поступает на *каскад восстановления поднесущей частоты,* собранный на транзисторах VT1 и VT2 по схеме умножения добротности контура. В каскаде на транзисторе VT1 осуществляется восстановление поднесущей частоты стереосигнала за счет включения в коллекторную цепь транзистора VT1 контура L1C3. На транзисторе VT2 выполнен умножитель добротности этого контура. Степень регенерации умножителя добротности зависит от глубины положительной обратной связи, которая

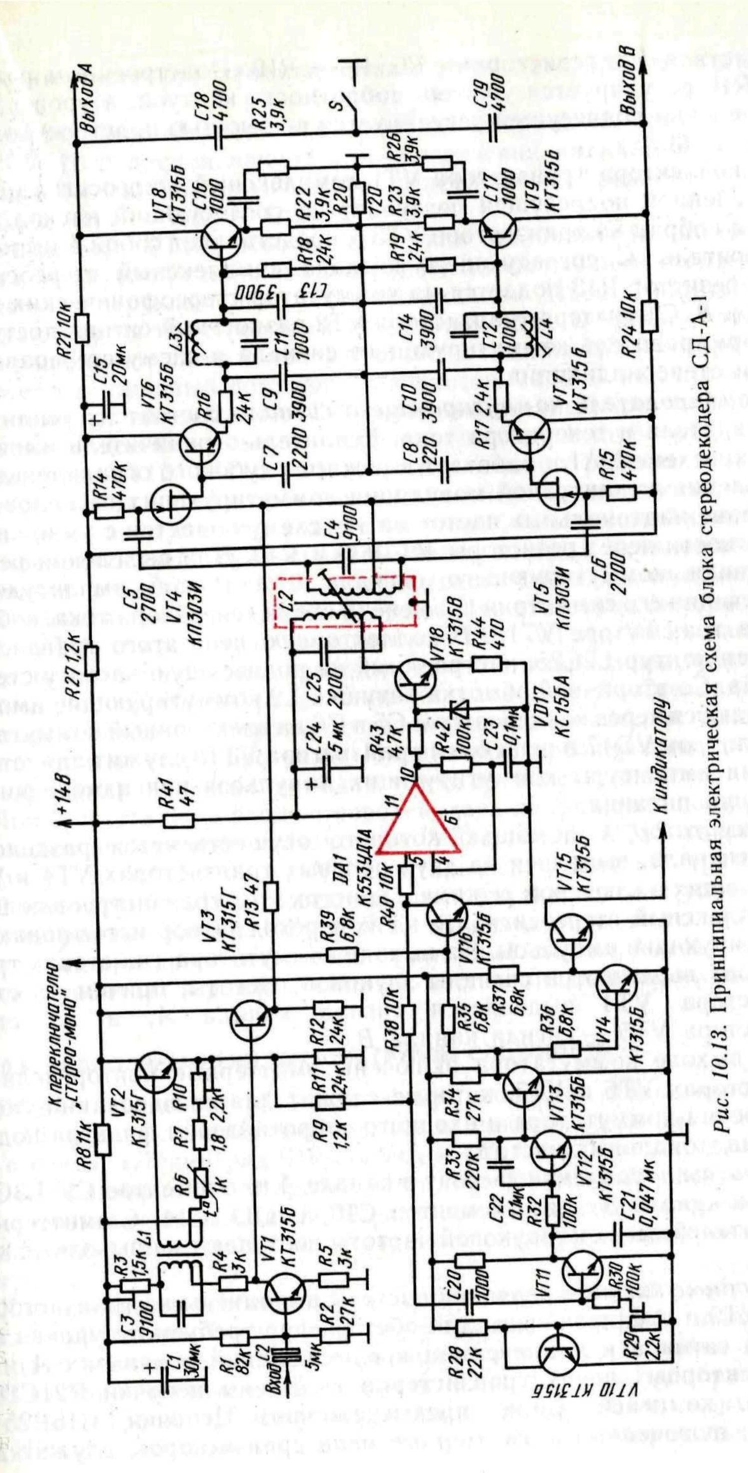


Рис. 10.13. Принципиальная электрическая схема блока стереодекодера СД-А-1

осуществляется резисторами R6, R7 и R10. Подстроечным резистором R10 регулируется уровень добротности контура, а уровень восстановления поднесущей регулируется с помощью подстроечного резистора R3.

С коллектора транзистора VT1 комплексный стереосигнал с восстановленной поднесущей поступает на согласующий каскад. Этот каскад собран на транзисторе VT3 и представляет собой эмиттерный повторитель. С согласующего каскада комплексный стереосигнал через резистор R13 подается на коммутатор стереофонических каналов *А* и *В*. С эмиттера транзистора VT2 разностный сигнал поступает на формирователь коммутирующего сигнала и схему стереоавтоматики и стереоиндикации.

Формирователь коммутирующего сигнала состоит из усилителя-ограничителя и генератора тока. Усилитель-ограничитель выполнен на микросхеме DA1 и работает в режиме глубокого ограничения для подавления амплитудной модуляции коммутирующих сигналов. Напряжение надтональных частот на эту схему подается с умножителя добротности через резисторы R9, R38 и R40. Для выделения первой гармоники коммутирующего сигнала с заданной амплитудой и обеспечения его симметрии применена схема генератора тока, собранная на транзисторе VT18. В коллекторную цепь этого транзистора включен контур L2C25, настроенный на поднесущую частоту стереосигнала. Со вторичной обмотки катушки L2 коммутирующие импульсы подаются через конденсаторы C5 и C6 на электронный коммутатор. Стабилитрон VD17 в цепи базы транзистора VT18 служит для стабилизации амплитуды коммутирующих импульсов при изменении напряжения питания.

Коммутатор, с помощью которого осуществляется разделение стереосигнала, выполнен на двух полевых транзисторах VT4 и VT5, работающих в ключевом режиме. На исток этих транзисторов подается комплексный стереосигнал, а на их переход затвор-исток подаются коммутирующие импульсы. На выходе коммутатора (на стоках транзисторов) выделяются сигналы звуковой частоты, причем на стоке транзистора VT4 выделяется сигнал канала *А*, а на стоке транзистора VT5 — сигнал канала *В*.

На выходе коммутатора включены эмиттерные повторители на транзисторах VT6 и VT7, которые служат для согласования схемы расширения коммутатора и входного сопротивления фильтра подавления надтональных частот.

Фильтры подавления состоят в канале *А* из элементов C9, L3C11, C13, а в канале *В* — из элементов C10, L4C12, C14. С эмиттерных повторителей сигналы звуковой частоты поступают на выходные каскады.

Выходные каскады звуковой частоты выполнены на транзисторах VT8 и VT9 и предназначены для обеспечения требуемого уровня выходного сигнала и компенсации предыскажений в каналах *А* и *В*. В коллекторных цепях транзисторов включены цепочки R21C18 и R24C19, компенсирующие предыскажения. Цепочки C16R25 и C17R26, включенные в эмиттерные цепи транзисторов, служат для коррекции частотной характеристики стереодекодера на верхних частотах.

Схема стереоиндикации и автоматики собрана на транзисторах VT10—VT16 и предназначена для обеспечения индикации наличия стереоприема и автоматического переключения режима работы стереодекодера «Моно — Стерео».

Транзистор VT10 используется как стабилитрон и служит для температурной стабилизации порога срабатывания схемы автоматического переключения и стереоиндикации. Порог срабатывания устанавливается подстроечным резистором R29. Остальные транзисторы выполняют следующие функции: каскад на транзисторе VT11 работает как пиковый детектор; транзистор VT12 — как интегратор с интегрирующей емкостью C22, предназначенный для повышения помехозащищенности схемы стереоавтоматики и стереоиндикации; транзисторы VT13—VT16 работают в ключевом режиме и служат для управления исполнительным элементом стереоиндикатора.

Когда на вход стереодекодера поступает комплексный стереосигнал, превышающий порог срабатывания, который установлен подстроечным резистором R29, срабатывает схема автоматического переключения режимов «Моно-Стерео». При этом транзисторы VT11, VT13, VT15 открыты, а транзисторыVT12, VT14, VT16 закрыты. В результате поднесущая проходит на вход микросхемы, управляет ключами, осуществляя разделение каналов *А* и *В*. Стереодекодер работает в режиме «Стерео», стереоиндикатор светится и свидетельствует о приеме стереопрограмм. Индикатор стереопередачи срабатывает при наличии сигнала поднесущей на базе транзистора VT14.

При отсутствии на входе стереодекодера напряжения поднесущей или малом его уровне транзисторы VT11, VT13, VT15 закрыты, а транзисторы VT12, VT14, VT16 открыты. Открытый транзистор VT16 шунтирует вход микросхемы, не пропуская сигнал управления на электронные ключи VT4 и VT5. В результате этого на выход стереодекодера проходит только суммарный сигнал А+В и стереодекодер работает в режиме «Моно», а стереоиндикатор не светится.

10.8. РАДИОПРИЕМНИКИ ВЫСШЕЙ ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Общие сведения. К переносным моделям радиоприемников высшей группы сложности относятся «Ленинград-002», «Ленинград-006-стерео», «Ленинград-010-стерео» и «Салют-001», а к стационарным — «Виктория-003-стерео», «Эстония-008-стерео». Кроме того, выпускаются тюнеры «Ласпи-005-стерео», «Корвет-004-стерео», предназначенные для высококачественного приема стереофонических программ.

Характерными особенностями большинства моделей высшей группы сложности являются: раздельные тракты АМ и ЧМ; использование двух независимых блоков радиочастоты для настройки ДВ, СВ и КВ на принимаемые станции; применение двойного преобразования частоты (первая промежуточная частота 1,84 МГц, а вторая — 465 кГц) с целью повышения чувствительности и избирательности по

зеркальному каналу в блоке растянутых диапазонов КВ; регулировка ширины полосы пропускания в тракте ПЧ АМ-сигналов путем переключения пьезокерамических фильтров с узкой и широкой полосой пропускания.

Радиоприемник «Ленинград-010-стерео». Данный радиоприемник предназначен для приема монофонических программ радиовещательных станций с АМ в диапазонах ДВ, СВ, КВ, а также моно-и стереофонических программ с ЧМ в диапазоне УКВ. Кроме того, радиоприемник служит для воспроизведения моно- и стереофонической грамзаписи с внешнего ЭПУ, записи и воспроизведения с магнитофона и получения эффекта объемного звучания «псевдостерео» при приеме монофонических музыкальных программ.

Прием радиостанций, работающих в диапазонах ДВ и СВ, осуществляется на две внутренние магнитные антенны, а в диапазонах КВ и УКВ — на две телескопические антенны. Причем телескопические антенны в диапазоне УКВ образуют диполь, а в диапазоне КВ — включены параллельно.

Диапазон СВ разбит на два поддиапазона с целью облегчения настройки на принимаемую станцию. В приемнике возможна фиксированная настройка на любую из четырех выбранных программ в диапазонах УКВ и КВ. В этих диапазонах с целью улучшения качества звучания и повышения стабильности приема используется автоматическая подстройка частоты. Во всех диапазонах предусмотрена возможность отключения системы бесшумной настройки. Для точной настройки радиоприемника на принимаемую радиостанцию и определения уровня радиосигнала имеются индикаторы точной настройки и напряженности поля.

Основные параметры радиоприемника. Реальная чувствительность приемника с внутренней антенны при выходной мощности 50 мВт в диапазонах составляет: ДВ — 0,8 мВ/м, СВ — 0,5 мВ/м, КВ — 50 мкВ/м и УКВ — 5 мкВ. Избирательность по соседнему каналу в диапазонах ДВ и СВ не менее 70 дБ. Полоса воспроизводимых звуковых частот при приеме в режиме «Узкая полоса» составляет на диапазонах ДВ, СВ и КВ — 80 — 4000 Гц; при приеме в режиме «Широкая полоса» — 80—6300 Гц; при приеме в диапазоне УКВ 80—12 500 Гц. Максимальная выходная мощность при питании от батарей 1,5 Вт, а при питании от сети переменного напряжения 127/220 В — 4,0 Вт.

Принципиальная электрическая схема. Радиоприемник выполнен по супергетеродинной схеме и состоит из девяти отдельных функциональных блоков: блока АМ(А4), блока РКВ-010 (А5), тракта ЧМ (А6), блока преобразования напряжения и индикации (ПНИ) (А7), блока усиления звуковой частоты (А8), блока регулировок громкости и тембра (А10), блока эмиттерных повторителей (А11), блока питания (А9), акустических систем АС-1 и АС-2 (А12).

Тракт ЧМ (рис. 10.14). В состав тракта ЧМ (АБ), выполненного в виде отдельного функционального узла, входят блоки УКВ, ПЧ-ЧМ и стереодекодер.

Блок УКВ (А6-1). Сигнал на вход блока УКВ поступает через

симметрирующий трансформатор Т2 и переключатель вида работы антенны S1 (контакты *19—20*) блока А4. Вход блока УКВ рассчитан на подключение через конденсатор С1 фидера с волновым сопротивлением 75 Ом.

Входная цепь состоит из катушки индуктивности L1, конденсаторов С2, С3, С4. Она перестраивается изменением емкости варикапа VD1. С емкостного делителя сигнал поступает на затвор транзистора VT15 усилителя радиочастоты. Для нейтрализации проходной емкости транзистора включен конденсатор С7. В цепь стока транзистора включен двухконтурный полосовой фильтр L2C8C10 и L3C13C15C16, перестраиваемый изменением емкостей варикапов VD2 и VD3 соответственно в первом и втором контурах. Связь между контурами полосового фильтра индуктивная.

Гетеродин собран по схеме индуктивной трехточки на транзисторе VT1 микросхемы DA2. Контур гетеродина L4C17C18C23 перестраивается варикапом VD5. Смеситель выполнен по балансной схеме на микросхеме DA1, работающей в ключевом режиме.

Сигнал радиочастоты с емкостного делителя С15, С16 подается синфазно в цепь эмиттеров транзисторов микросхемы DA1 через каскад, выполненный на транзисторе VT16 по схеме с общим истоком. Напряжение гетеродина поступает к базам транзисторов (MCDA1) через катушку связи L7 буферного каскада, собранного на транзисторе VT2 (МС DA2). Конденсатор С24 заземляет среднюю точку катушки L7 по переменному току. Нагрузкой смесителя служит полосовой двухконтурный фильтр L5C22R15 и L6C28R23, настроенный на частоту 10,7 МГц. Напряжение сигнала с выхода второго контура фильтра поступает на вход усилителя ПЧ-ЧМ.

Первый каскад усилителя радиочастоты (VT15) охвачен системой АРУ. Напряжение АРУ для блока УКВ вырабатывается транзистором VT17 (УПЧ ЧМ) и через проходной конденсатор С6 и резисторы R2—R4 подается в цепь затвора транзистора VT15. Режим работы транзисторов VT15 и VT16 устанавливается соответственно подстроечными резисторами R4 и R11. Управляющее напряжение в пределах 3,0—24 В на варикапы VD1, VD2, VD3 и VD5 подается соответственно через ограничительные резисторы R1, R6, R9 и R12 от преобразователя напряжения блока ПНИ (А7). Для уменьшения излучения частоты гетеродина и ее гармоник блок УКВ заключен в экран, а подача сигналов и питающих напряжений осуществляется через проходные конденсаторы С1, С6, С9, С12, С30, С31, С32.

Блок ПЧ-ЧМ (А6-2). Усилитель ПЧ-ЧМ состоит из пяти каскадов усилителей-ограничителей, выполненных на микросхемах DA3—DA7. Транзисторы микросхем соединены по каскодной схеме (общий коллектор — общая база). Нагрузками каскадов служат двухконтурные полосовые фильтры L8C35R26 и L9C39R31; L10C43R36 и L11C49R44; L12C51R47 и L13C57R55; L14C61R58 и L15C65R67 с внешнеемкостной связью между контурами, осуществляемой с помощью конденсаторов С38, С45, С54 и С64.

Нагрузкой последнего каскада усилителя промежуточной частоты (DA7) является дискриминатор, собранный на диодах VD10 и VD11.

Рис. 10.14. Принципиальная электрическая схема блоков УКВ, УПЧ-ЧМ и стереодекодера тракта ЧМ (А6) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

Контуры дискриминатора состоят из катушек индуктивности L16, L17 и конденсаторов C67, C76, C77. Нагрузкой дискриминатора служит RC-фильтр нижних частот R84R85C81C82.

Сигнал промежуточной частоты ЧМ для формирования напряжений АПЧ и управления системой бесшумной настройки (БШН) снимается с резистора R70 (VT1 микросхемы DA7) и подается на однокаскадный усилитель ПЧ, собранный на транзисторе VT25 по схеме с общей базой. Нагрузкой каскада служит контур L18C79. Для формирования управляющего напряжения АПЧ используется дискриминатор с фазовым детектированием VD13VD14L20C91 и L18C79. Напряжение АПЧ через фильтр R93C92, переключатель S 5 (контакты *1—2—3*) блока А4 подается в блок ПНИ(А7), где суммируется с напряжением перестройки частоты блока УКВ.

Напряжение для системы БШН формируется амплитудным детектором, собранным на диоде VD12 и элементах R91, C83 и C85. Температурная стабильность каскадов УПЧ ЧМ обеспечивается в результате питания базовых цепей транзисторов микросхем DA3—DA7 напряжением с эмиттерного повторителя на транзисторе VT24. Напряжение питания устанавливается с помощью подстроечного резистора R72. Сигнал для индикатора напряженности поля формируется путем суммирования постоянной составляющей токов УПЧ ЧМ на резисторе R74. На транзисторе VT17 собрана схема детектора АРУ.

Стереодекодер (А6-3) служит для декодирования комплексного стереофонического сигнала (КСС), а также для автоматического переключения режимов «Моно — Стерео» и выработки напряжения для индикатора стереопрограмм. Стереодекодер выполнен по схеме суммарно-разностного преобразования полярно-модулированных колебаний.

Комплексный стереофонический сигнал с выхода частотного детектора поступает на корректирующий усилитель, который собран на транзисторах VT18 и VT19. В коллекторную цепь транзистора VT19 включен высокодобротный контур восстановления поднесущей частоты, состоящий из обмотки трансформатора T1 (выводы *8—7*) и элементов C47, R42. Уровень восстановленной поднесущей частоты устанавливается подстроечным резистором R39. С эмиттера транзистора VT18 суммарный сигнал левого и правого каналов $(A+B)$ через цепь компенсации предыскажений R65C66 подается на суммарно-разностный мост, собранный на резисторах R66, R68, R69 и R73, R75, R76.

Сигнал с обмотки трансформатора T1 (выводы *4—5*) через эмиттерный повторитель (VT20) поступает на базу транзистора VT21. На этом транзисторе собран амплитудный детектор поднесущей частоты. В коллекторную цепь транзистора VT21 включен усилитель постоянного тока (УПТ), выполненный на транзисторе VT22. Выходное напряжение УПТ используется в качестве управляющего напряжения для стереоиндикатора. Оно снимается в коллекторной цепи и через контакт *11* поступает в блок А7. Кроме того, это напряжение используется как коммутирующее для усилителя надтональных частот, собранного на транзисторе VT23.

При отсутствии поднесущей частоты ток в коллекторной цепи транзистора VT21 амплитудного детектора мал, при этом транзистор VT22 УПТ закрыт. В результате напряжение на выходе УПТ равно нулю, транзистор VT23 закрыт и лампа стереоиндикатора не светится.

В коллекторную цепь транзистора VT23 включен контур, образованный индуктивностью обмотки трансформатора T2 (выводы *5—8*) и емкостью конденсатора C58. Контур настроен на поднесущую частоту 31,25 кГц. Ко вторичной обмотке трансформатора T2 подключен двухканальный детектор, собранный по мостовой схеме на диодах VD6—VD9. На выходе детектора выделяется разностный сигнал левого и правого каналов $(A-B)$, который также поступает на суммарно-разностный мост. После суммарно-разностного моста (R66, R68, R69 и R73, R75, R76) в каждый из каналов включены активные фильтры нижних частот, выполненные на транзисторах VT26—VT29. Фильтры предназначены для подавления поднесущей частоты и ее гармоник. С помощью подстроечных резисторов R68 и R75 регулируются переходные затухания каждого из каналов. С выхода стереодекодера (контакты *12—13*) сигнал звуковой частоты через переключатель рода работ S7 (контакты *1—3* и *4—6*) поступает на вход усилителя ЗЧ.

Тракт АМ. Он включает в себя блок РКВ-010 (А5) и блок АМ (А4). *Блок А5* (рис. 10.15) служит для выделения, усиления и преобразования радиочастотных сигналов в диапазонах КВ-2, КВ-3, КВ-4 и КВ-5, а также для коммутации цепей перестройки варикапов (блок А7) при переключении диапазонов. Входной сигнал от штыревой антенны подводится к блоку А5 через контакт *1* и далее через конденсатор C31 ко входным цепям поддиапазонов КВ-2—КВ-5.

Цепи L1C1, L2C2, L3C3, L4C4 в диапазонах КВ образуют последовательные режекторные контуры, частоты настройки которых близки к частотам зеркального канала, что обеспечивает повышенную избирательность. Параллельно этим контурам подсоединяются подстроечный конденсатор C5 и варикап VD1, в результате чего образуется параллельный контур входной цепи, перестраиваемый емкостью варикапа.

Сигнал с входной цепи включенного поддиапазона через конденсатор C7 поступает на вход усилителя радиочастоты, собранного на транзисторе VT3 и транзисторе VT2 микросхемы DA1. Нагрузкой усилителя РЧ служит неперестраиваемый контур L5C13. При включении других поддиапазонов подключаются соответствующие конденсаторы. Начальный ток транзисторов VT3 и VT2 микросхемы устанавливается подстроечным резистором R5.

Регулировка усиления каскада усилителя РЧ осуществляется двумя сигналами: сигналом местной усиленной системы АРУ на транзисторе VT1 (МС DA1) и сигналом, поступающим из УПЧ ЧМ через контакт *8*. Управляющий сигнал местной цепи АРУ вырабатывает детектор на транзисторе VT1 (МС DA1), к базе которого через конденсатор C6 подается сигнал с контура УРЧ. Конденсатор C14 является фильтрующим для звуковых частот и определяет постоян-

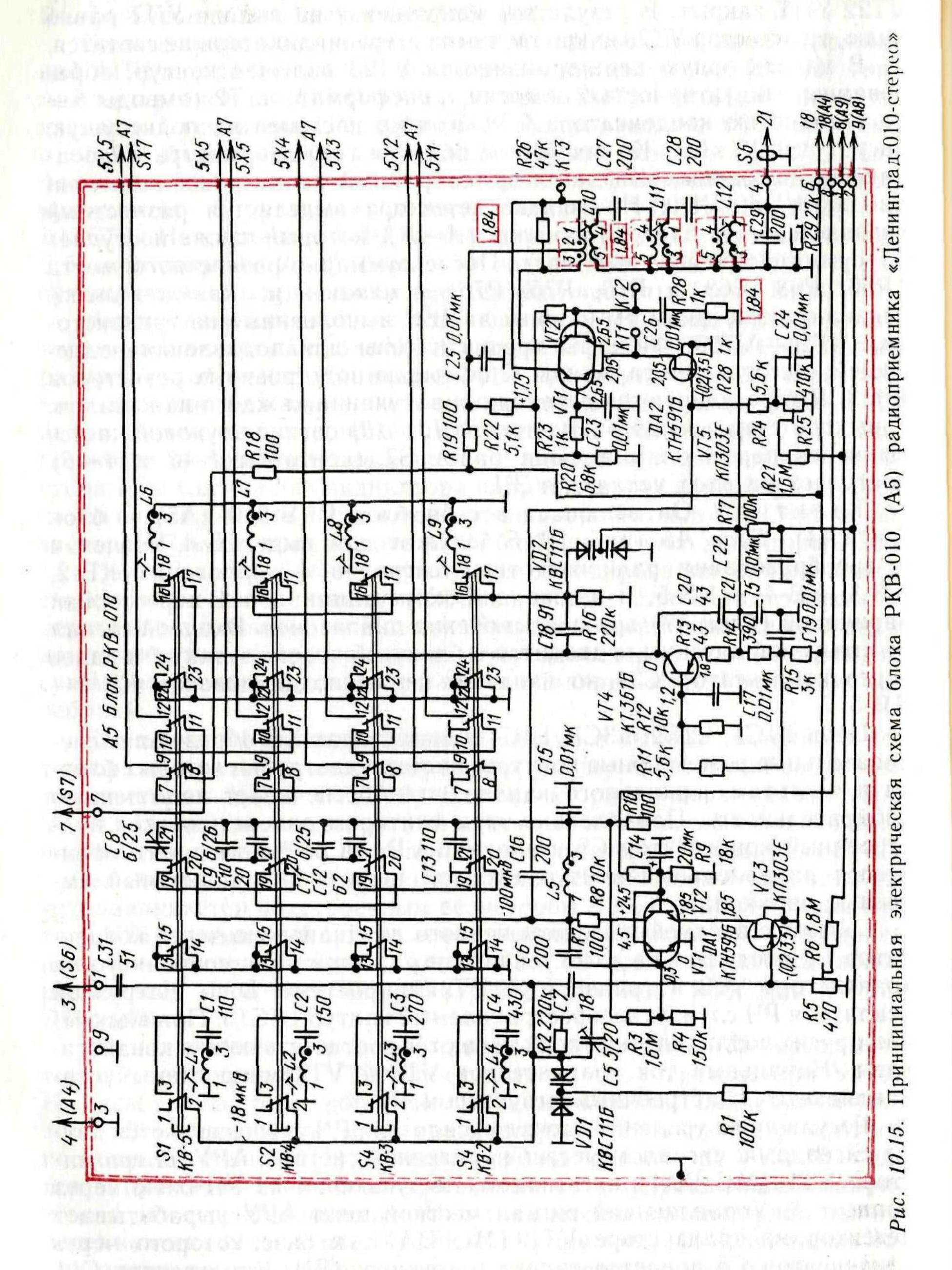


Рис. 10.15. Принципиальная электрическая схема блока РКВ-010 (А5) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

ную времени цепи АРУ. Оба управляющих сигнала АРУ суммируются на резисторах R8 и R9 в цепи базы транзистора VT2 (МС DA1).

Гетеродин (блок А5) выполнен по схеме емкостной трехточки на транзисторе VT4. Контурами гетеродина служат катушки индуктивности L9, L8, L7, L6 и конденсаторы C20, C21, C18. Перестройка частоты гетеродина производится варикапом VD2 за счет изменения управляющего напряжения. Управляющее напряжение, изменяющееся в пределах 1,6—24 В, подается на варикапы VD1 и VD2 через ограничительные резисторы R1 и R17 от преобразователя напряжения (блок А7). Напряжение гетеродина снимается с емкостного делителя C20, C21 и через цепь R28C26 подается на смеситель.

Смеситель собран по балансной схеме на микросхеме DA2, работающей в ключевом режиме, с токозадающим транзистором VT5. На затвор транзистора VT5 поступает сигнал с каскада УРЧ. Нагрузкой смесителя служит трехконтурный ФСС (L10C27, L11C28, L12C29) с индуктивной связью между контурами. Контуры ФСС настроены на первую промежуточную частоту 1,84 МГц. Преобразование сигналов первой ПЧ (1,84 МГц) во вторую ПЧ (465 кГц) производится с помощью гетеродина диапазонов ДВ и СВ.

Коммутация входных цепей, УРЧ и гетеродина диапазонов КВ осуществляется кнопочным переключателем S1—S4. Питание транзисторов и микросхем блока производится стабилизированным напряжением 5 В.

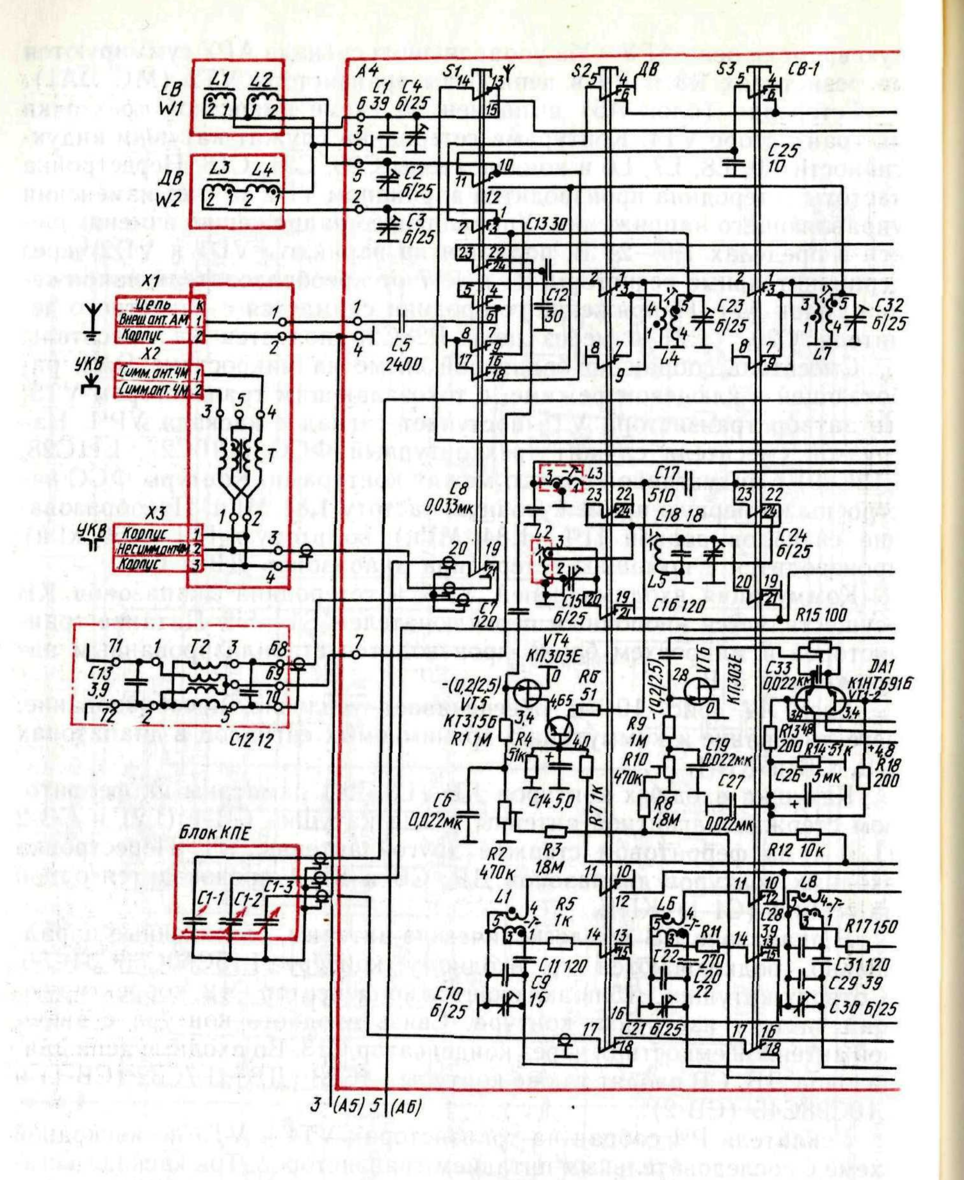
Блок А4 (рис. 10.16) обеспечивает усиление, преобразование, детектирование и коммутацию принимаемых сигналов в диапазонах ДВ, СВ и КВ-1.

Катушки входных контуров ДВ (L3, L4) намотаны на ферритовом стержне магнитной антенны W2, а катушки СВ-1 (L2) и СВ-2 (L1) — на ферритовом стержне другой антенны W1. Перестройка входных контуров диапазонов ДВ, СВ и КВ-1 производится одной из секций (C1-1) КПЕ.

В диапазоне КВ-1 телескопические антенны, соединенные параллельно, подключаются ко входному контуру L15C50C53C54C56. К отводу катушки L15 подключается конденсатор C12, корректирующий частоту настройки контура. Связь входного контура с внешней антенной емкостная через конденсатор C13. Во входные цепи диапазонов ДВ, СВ входят также контуры L4C23 (ДВ), L7C32 (СВ-1) и L10C38C45 (СВ-2).

Усилитель РЧ собран на транзисторах VT4 и VT5 по каскодной схеме с последовательным питанием транзисторов. Ток каскада устанавливается подстроечным резистором R2. Нагрузкой УРЧ служат контуры L2C15 (ДВ), L5C18C24 (СВ-1), L11C36C39C47C48 (СВ-2) и L13C51C55C57C61 (КВ-1), перестраиваемые второй секцией C1-2 КПЕ.

Гетеродин выполнен на транзисторе VT8 по схеме с трансформаторной обратной связью. Контуры гетеродина L1C9C10C11 (ДВ), L6C20C21C22 (СВ-1), L8C28C29C30C31 (СВ-2) и L12C41C42C43C44 (КВ-1), перестраиваемые по частоте третьей секцией C1-3 КПЕ. При работе радиоприемника в диапазонах КВ-2—КВ-5 каскад на тран-



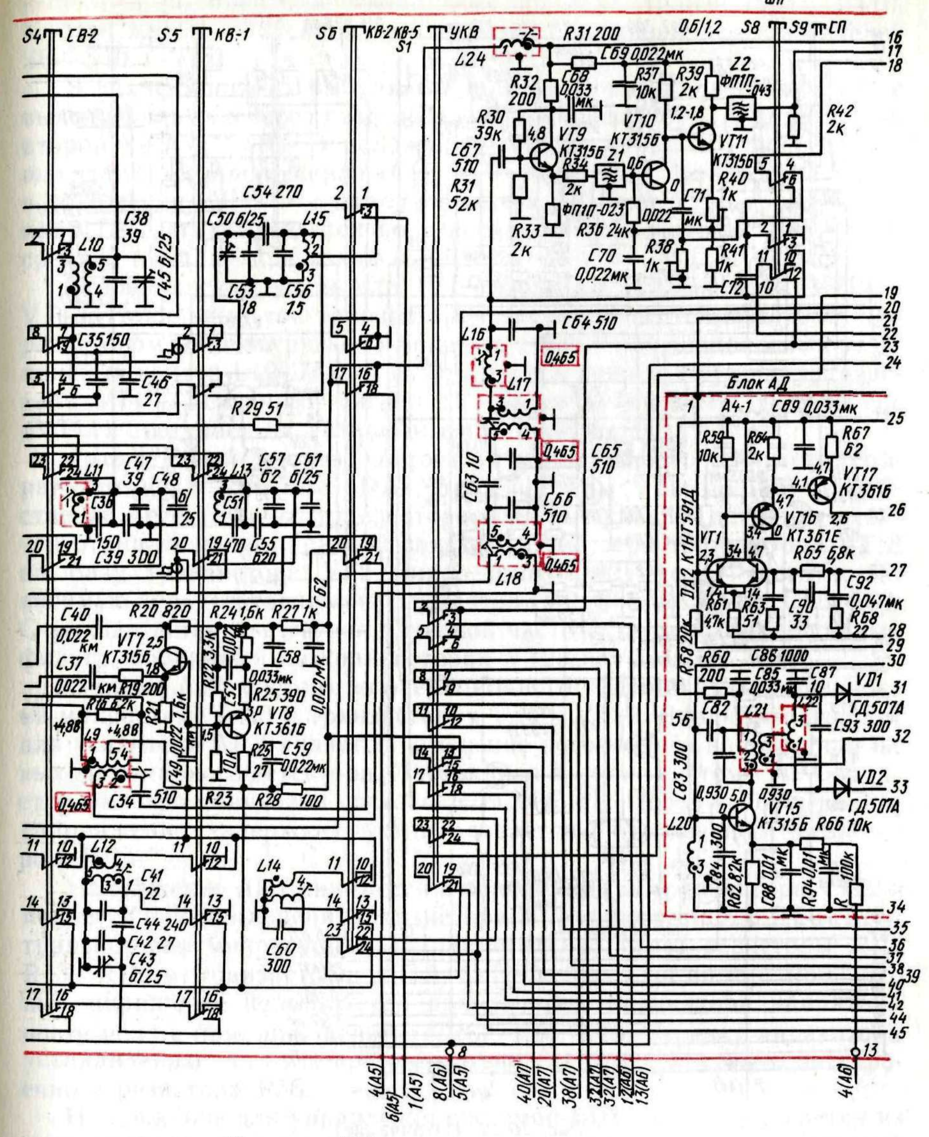


Рис. 10.16. Принципиальная электрическая схема тракта АМ (А4) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

зисторе VT8 работает в качестве второго гетеродина тракта АМ. Его контур L14C60 настроен на частоту 2,305 МГц (1,84 + 0,465) МГц.

Напряжение гетеродина с помощью соответствующих катушек связи подается на базу транзистора VT7. На этом транзисторе собран фазоинверсный каскад с разделенной нагрузкой. Противофазные и равные по амплитуде напряжения гетеродина снимаются в цепях

коллектора и эмиттера транзистора VT7 и через конденсаторы C40, C37 подаются на смеситель.

Смеситель выполнен по балансной схеме на микросхеме DA1 с токозадающим транзистором VT6. Начальный ток транзистора VT6 устанавливается подстроечным резистором R10, а баланс смесителя по сигналу — подстроечным резистором R15. В качестве нагрузки

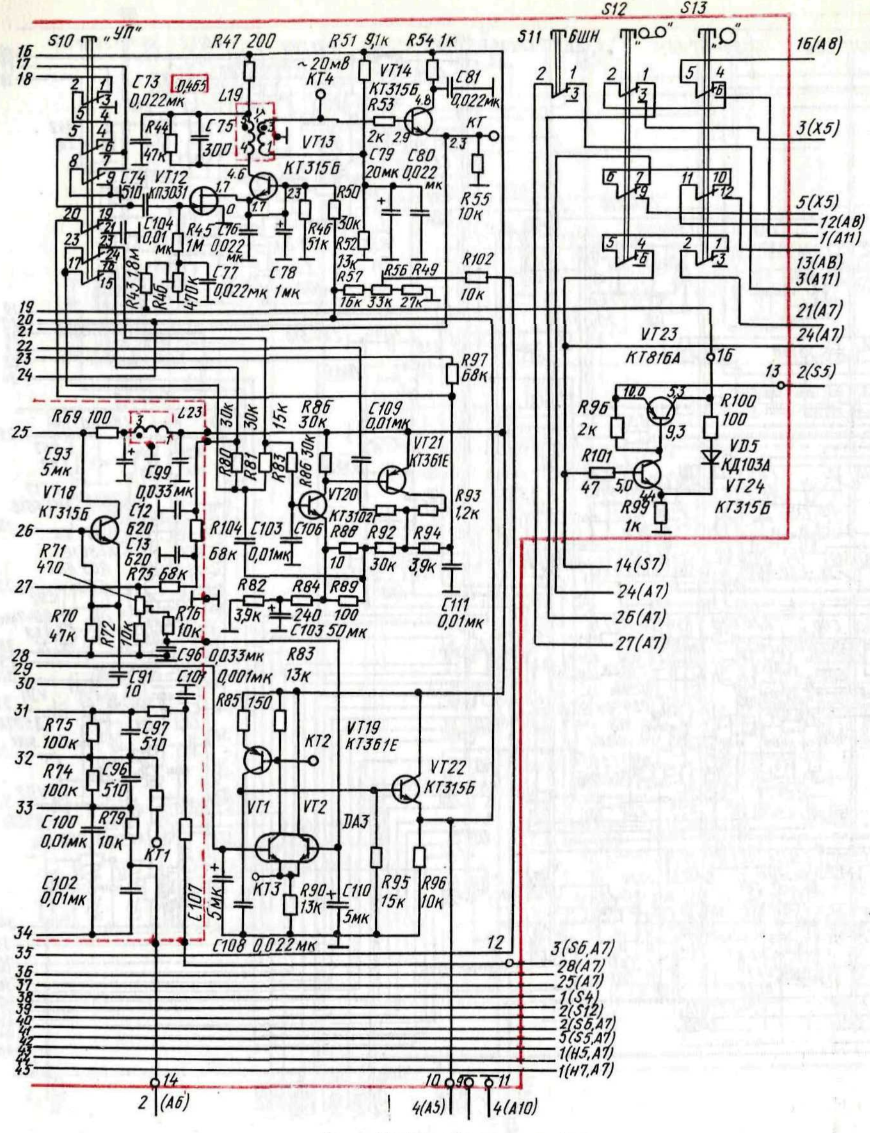


Рис. 10.16. (Окончание)

смесителя используется четырехконтурный ФСС (L9C34, L18C66, L17C65, L16C64), настроенный на промежуточную частоту 465 кГц.

На входе усилителя ПЧ включен эмиттерный повторитель на транзисторе VT9, который служит для согласования входных и выходных сопротивлений фильтров, а также для компенсации затуханий, вносимых пьезокерамическими фильтрами Z1 и Z2. Первый каскад УПЧ

выполнен по апериодической схеме на двух транзисторах VT10, VT11. Полосы пропускания выбираются с помощью переключателей S8—S10.

В зависимости от выбранной полосы пропускания сигнал ПЧ с выхода фильтров через разделительный конденсатор C74 подается на второй каскад УПЧ. В положении «ШП» сигнал ПЧ поступает с выхода ФСС; в положении «СП» — с коллектора транзистора VT10; в положении «УП» — с выхода фильтра Z2. Равенство уровней сигнала ПЧ устанавливается подстроечными резисторами: R38 — при средней и R40 — при узкой полосе.

Второй каскад усилителя ПЧ собран на транзисторах VT12 и VT13. Начальный ток транзисторов устанавливается подстроечным резистором R46. Нагрузкой усилителя служит широкополосный резонансный контур L19C75R44, включенный в цепь коллектора транзистора VT13. Усиленный сигнал ПЧ через эмиттерный повторитель (VT14) поступает на активный фильтр сигналов.

Амплитудный детектор состоит из операционного усилителя, собранного на микросхеме DA2, транзисторах VT16, VT17, и собственно детектора на транзисторе VT18. Активный детектор охвачен отрицательной обратной связью (с эмиттера транзистора VT18 на базу транзистора VT2 микросхемы DA2) через частотно-зависимую цепь, состоящую из элементов C92, R68, R65, C90, C86, R63. С выхода детектора сигнал звуковой частоты подается на активный фильтр, собранный на транзисторах VT20 и VT21.

Система АРУ состоит из операционного усилителя, выполненного на микросхеме DA3 и транзисторах VT19, VT22. Входным сигналом для усилителя АРУ является изменение постоянного напряжения на выходе активного детектора. Постоянная времени системы АРУ задается фильтром звуковой частоты R76C96C110. Порог срабатывания (напряжение задержки) устанавливается подстроечным резистором R71.

Напряжение АРУ снимается в цепи эмиттера транзистора VT22 и подается в базовые цепи: транзистора VT5 через резистор R7 (УРЧ), транзисторов микросхемы DA1 (смесителя) через резисторы R12, R13, R18 и транзистора VT13 (УПЧ) через резистор R50. Это же напряжение используется для питания индикатора напряженности поля с помощью делителя R57, R56, R49. Стрелку индикатора устанавливают на нуль при отсутствии сигнала с помощью подстроечного резистора R56.

Напряжение для управления системой БШН (А7) выделяется из сигнала промежуточной частоты в цепи коллектора транзистора VT17. Ограниченный по амплитуде сигнал поступает через конденсатор C91 на резонансный контур L20C84, настроенный на вторую гармонику ПЧ (930 кГц). Кроме того, этот сигнал также поступает на вход усилителя детектора АПЧ, собранного на транзисторе VT15. После детектирования на эмиттерном переходе этого транзистора управляющее напряжение БШН фильтруется цепочкой R66C88C94. Детектор АПЧ выполнен по схеме емкостного дискриминатора с фазовым детектированием на диодах VD1 и VD2. Кон-

туры дискриминатора L21C83 и L22C93 настроены на частоту 930 кГц. С помощью конденсатора C82 осуществляется нейтрализация проходной емкости транзистора VT15. Транзисторы и микросхемы блока A4 питаются стабилизированным напряжением 5 и —27 В.

Блок преобразования напряжения и индикации (A7) (рис. 10.17). Блок формирует управляющее напряжение для электронной настройки блоков УКВ и РКВ, а также для автоматических регулировок и индикации различных функций радиоприемника.

Первый каскад преобразователя напряжения собран на транзисторе VT11 и микросхеме DA2, второй каскад — на транзисторе VT10 и микросхеме DA1. Напряжение снимается с переменных резисторов, используемых для электронной настройки, и подается к базе транзистора VT13, на котором собран эмиттерный повторитель. Благодаря большому сопротивлению резистора R48 оно преобразуется в пропорциональное значение тока, который управляет первым каскадом преобразователя. Выходной коллекторный ток транзистора VT11 управляет в свою очередь вторым каскадом. Выходной ток транзистора VT10 создает на резисторе R42 напряжение, которое используется для управления варикапами диапазонов КВ-2—КВ-5 и УКВ. Температурная стабилизация характеристик преобразователя обеспечивается терморезисторами R43 и R46.

Пределы изменения напряжения, снимаемого с переменных резисторов R1—R4 и R74—R77, определяют границы диапазонов. Для установки необходимого перекрытия диапазонов КВ-2—КВ-5 (A5) используются подстроечные резисторы R5—R12, а для диапазона УКВ — резисторы R66—R73 (A6). Переключателями S1—S4 (A5) и переключателями диапазона УКВ S1—S4 (A7) производится электрическое включение соответственно переменных резисторов R1—R4 и R74—R77 выбранного диапазона и одновременно механическое соединение оси с ручкой настройки. Таким образом, при переходе с одного диапазона на другой настройка на ранее включенном диапазоне фиксируется.

На базу транзистора VT12 второго входа преобразователя напряжения подводится напряжение от дискриминаторов системы АПЧ тракта ЧМ или AM. При этом регулирующее напряжение АПЧ, появляющееся на выходе преобразователя, зависит от уровня напряжения перестройки варикапов. Эффективность АПЧ сохраняется одинаковой в пределах всего диапазона.

Устройство БШН состоит из триггера, собранного на транзисторах VT4, VT6, и электронных ключей правого и левого каналов звуковой частоты, собранных на транзисторах VT2 и VT3. Триггером управляет сигнал, который поступает на базу транзистора VT4 от амплитудных детекторов системы БШН блока ЧМ или AM.

В исходном состоянии транзистор VT4 закрыт, а электронные ключи VT2 и VT3 открыты и низкочастотные сигналы помех не проходят на вход усилителя ЗЧ. При настройке радиоприемника на принимаемую радиостанцию с точностью, соответствующей ширине полосы

пропускания контуров системы БШН (L18C79 в блоке ЧМ или L20C84 в блоке AM), происходит опрокидывание триггера. В результате электронные ключи закрываются и полезный сигнал практически без ослабления поступает на вход УЗЧ. Для устранения щелчков в громкоговорителях при срабатывании ключей включена интегрирующая цепь R26C3. Терморезистор R31 стабилизирует порог срабатывания системы БШН при изменении температуры.

Индикатор точной настройки P2 включен на выходе УПТ, собранного на транзисторах VT16 и VT17. На входе усилителя суммируются два напряжения: напряжение смещения эмиттерного перехода транзистора VT14 и напряжение, поступающее от дискриминатора системы АПЧ блока ЧМ или AM. Индикатор устанавливается на нуль шкалы подстроечным резистором R64. Температурная стабильность усилителя обеспечивается включением диода VD18

В связи с тем что стрелка индикатора точной настройки находится в нулевом положении как при точной настройке на сигнал, так и в отсутствие сигнала, в приемнике предусмотрена дополнительная индикация точной настройки. Подсветка шкалы индикатора является дополнительной информацией о попадании сигнала радиостанции в среднюю зону полосы пропускания радиоприемника. Для выполнения этой функции используется напряжение триггера системы БШН (напряжение коллектора транзистора VT6). Это напряжение управляет УПТ, который выполнен на транзисторах VT8 и VT9 и питает лампу подсветки H2.

Индикатором наличия стереопередачи служит неоновая лампа HL8, подключенная к повышающей обмотке трансформатора T1 блокинг-генератора, собранного на транзисторе VT15. Если в составе модулирующих частот сигнала ЧМ появляется составляющая с поднесущей частотой, из стереодекодера через двухзвенный фильтр R62C11 и R60C10 подается напряжение питания блокинг-генератора и лампа HL8 начинает светиться.

При приеме в диапазоне УКВ иногда наблюдаются помехи, возникающие из-за многолучевого приема. Для определения помехи в радиоприемник введен световой индикатор многолучевого приема (МЛП). В качестве индикатора используется лампа H1. Индикатор срабатывает при наличии низкочастотной составляющей в напряжении, выделяющемся на резисторе R74 тракта УПЧ ЧМ (A6). Лампа получает питание от устройства, собранного на транзисторах VT5 и VT7. Поступающий из тракта УПЧ ЧМ сигнал усиливается транзистором VT5 и после эмиттерного повторителя на транзисторе VT7 выпрямляется диодом VD1.

Выделенное на конденсаторе C5 постоянное напряжение используется как напряжение, регулирующее смещение в цепи базы транзистора VT5 для управления постоянной составляющей выходного тока схемы. Переменная составляющая отфильтровывается конденсатором C7. Яркость свечения лампы при отсутствии сигнала МЛП устанавливается подстроечным резистором R36. Она должна быть одинаковой с яркостью свечения лампы H2, подсвечивающей расположенный рядом на панели радиоприемника индикатор точной

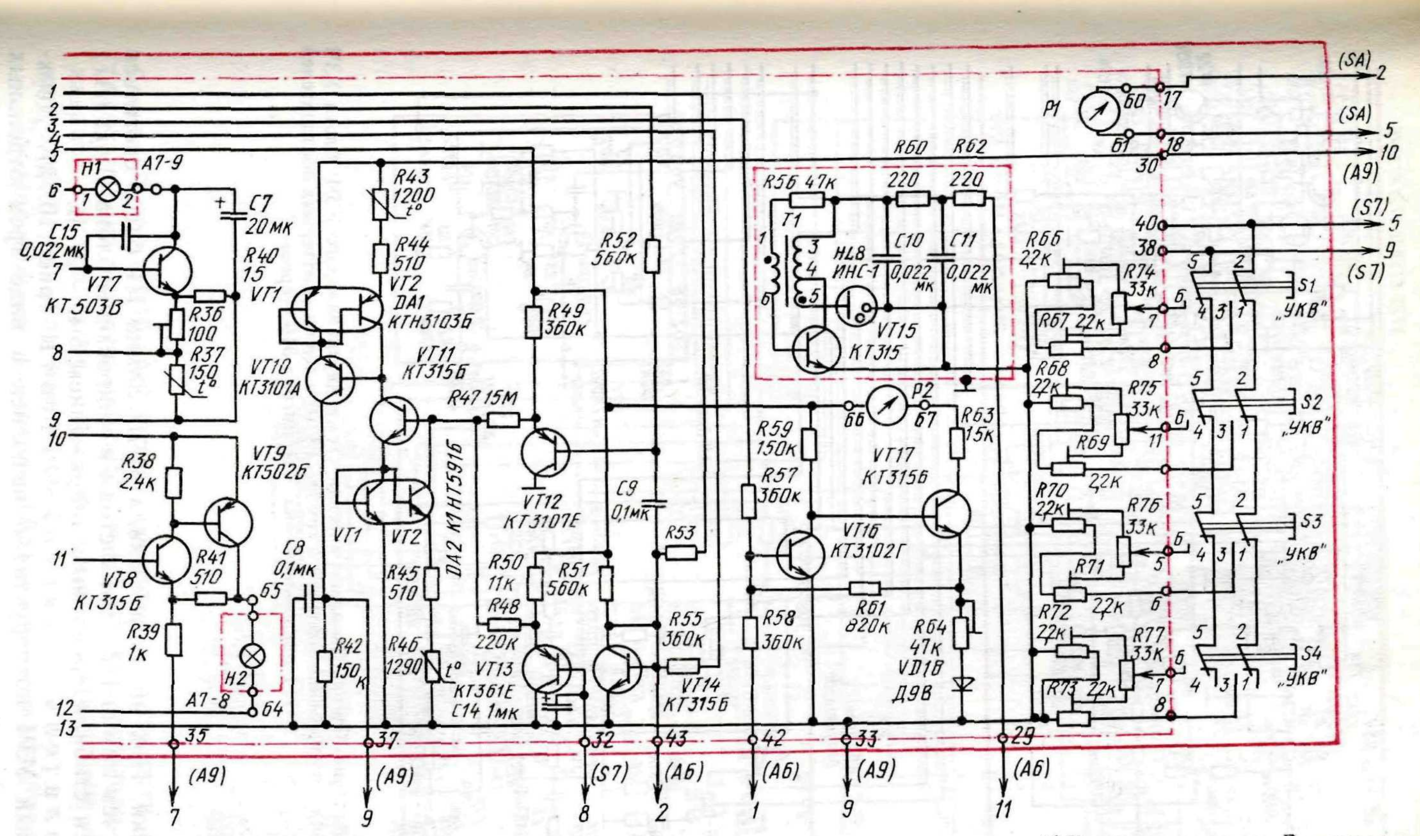


Рис. 10.17. Принципиальная электрическая схема блока преобразования напряжения и индикации (А7) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

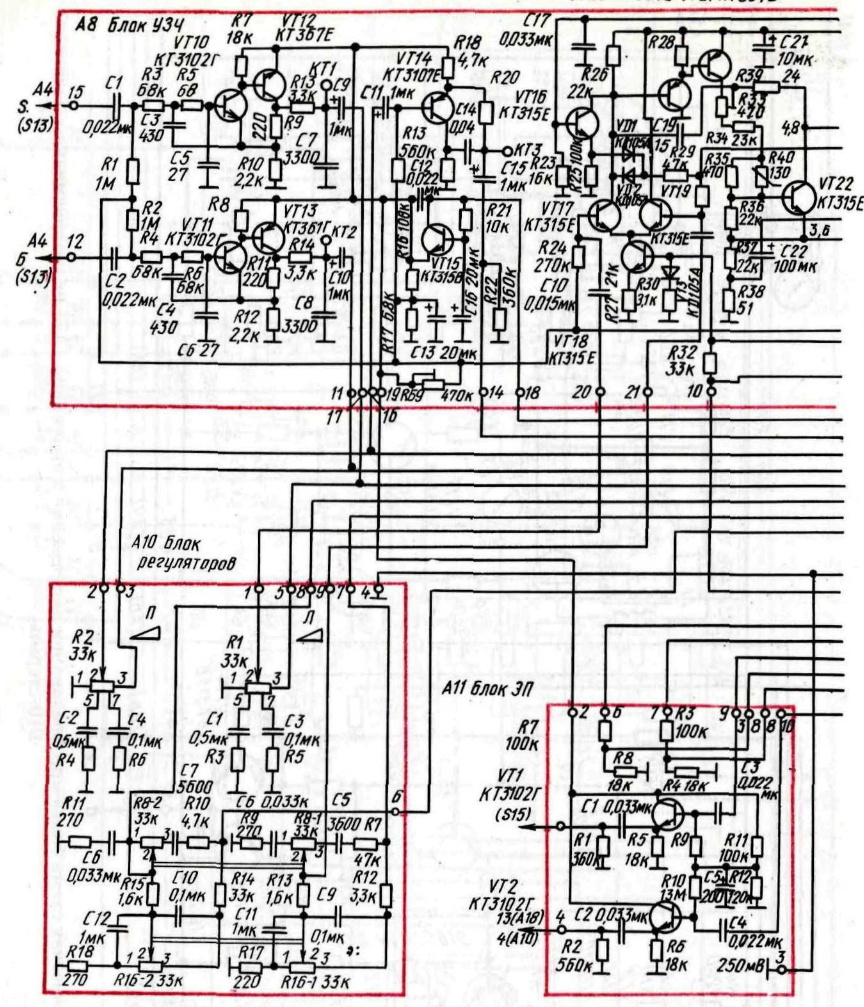
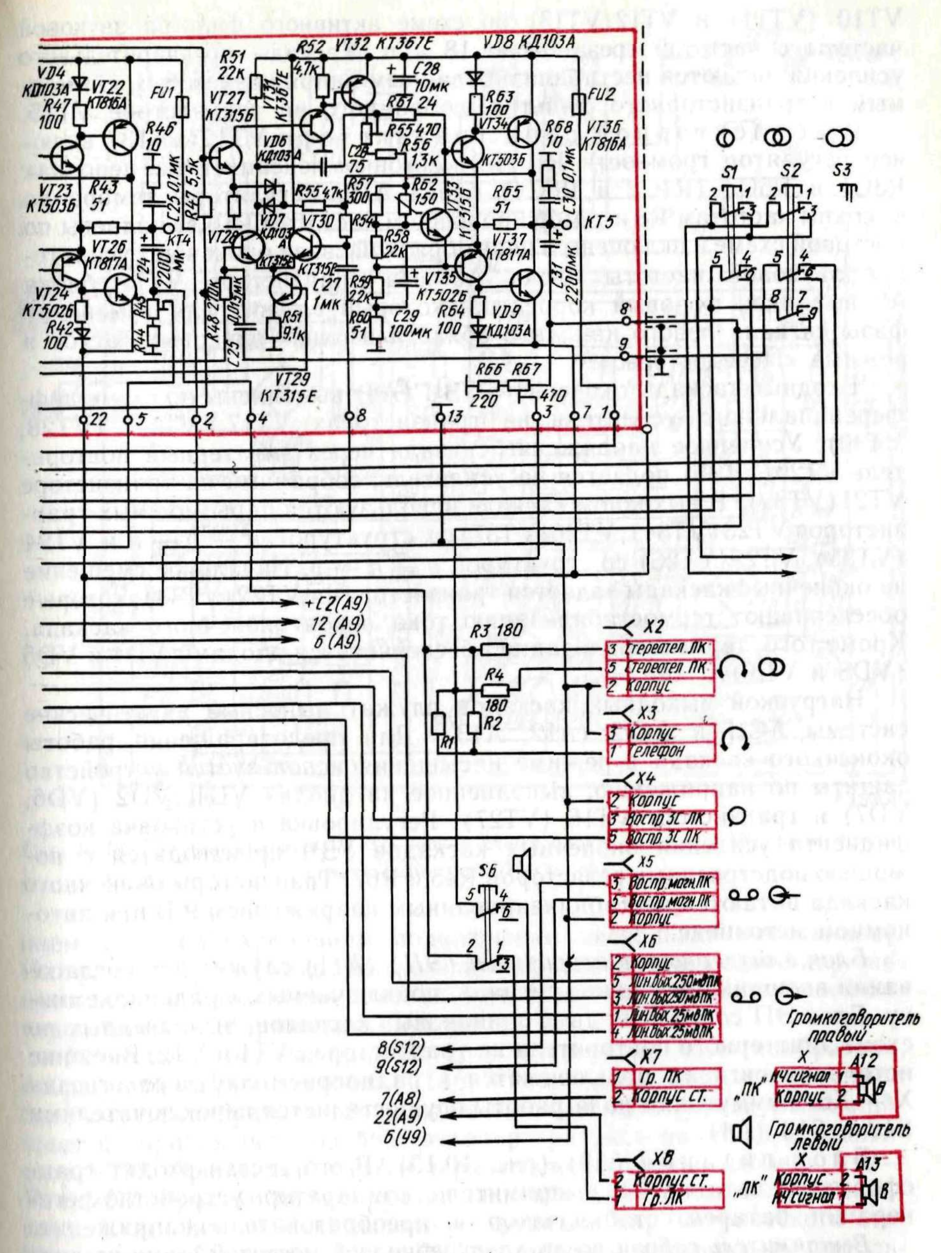


Рис. 10.18. Принципиальная электрическая схема двухканального УЗЧ: блока УЗЧ (А8), блока регулировки громкости и тембра (А10) и блока эмиттерных повторителей (А11) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

настройки. При наличии сигнала МЛП лампа Н1 будет светиться слабее, чем лампа Н2. Транзисторы и микросхемы блока ПНИ (А7) питаются стабилизированным напряжением 5 и —27 В.

Усилитель звуковой частоты (рис. 10.18). Двухканальный УЗЧ конструктивно выполнен в виде трех отдельных



блоков: блока УЗЧ (А8), блока регуляторов громкости и тембра (А10) и блока эмиттерных повторителей (А11). Усилители ЗЧ обоих каналов как по схеме, так и по своим амплитудным и частотным характеристикам идентичны.

Предварительные усилители (А8) выполнены на транзисторах

VT10 (VT11) и VT12(VT13) по схеме активного фильтра звуковой частоты с частотой среза около 18 кГц. Каскады предварительного усиления питаются нестабилизированным напряжением 8 В, снимаемым с транзисторного фильтра, собранного на транзисторе VT15.

В коллекторной цепи транзистора VT12(VT13) включен регулятор громкости R1 (R2) с тонкомпенсацией на цепочках R3C1 и R5C3 (R4C2 и R6C4) блока А10. Регуляторы тембра по высоким частотам R8 и тембра по низким частотам R16 выполнены по мостовой схеме и включены в цепь обратной связи оконечных усилителей звуковой частоты блока А8. На транзисторе VT14 блока А8 выполнен фазовый корректор, который служит для изменения фазы сигнала левого канала в области верхних звуковых частот в режиме «Псевдостерео».

Входные каскады оконечного УЗЧ (А8) выполнены по схеме дифференциального усилителя на транзисторах VT17, VT19, (VT28, VT30). Усиленное напряжение сигнала через эмиттерный повторитель VT20(VT31) подается на усилитель, собранный на транзисторе VT21(VT32). В выходном каскаде используются пары мощных транзисторов VT23(VT34), VT26(VT37) со структурой $n-p-n$ и VT24 (VT35), VT25(VT36) со структурой $p-n-p$. Начальное смещение на оконечные каскады задается транзисторами VT22(VT33), которые обеспечивают термостабилизацию тока покоя оконечного каскада. Кроме того, термостабилизация обеспечивается диодами VD4 и VD5 (VD8 и VD9).

Нагрузкой выходных каскадов служат выносные акустические системы АС-1 и АС-2 (А12, А13). Для предотвращения работы оконечного каскада в режиме насыщения используется устройство защиты по напряжению, выполненное на диодах VD1, VD2 (VD6, VD7) и транзисторе VT16 (VT27). Регулировка и установка коэффициента усиления оконечных каскадов УЗЧ производится с помощью подстроечных резисторов R45 и R67. Транзисторы оконечного каскада питаются нестабилизированным напряжением 9 В при автономном источнике.

Блок эмиттерных повторителей (ЭП) (А11) служит для согласования внешних источников сигнала, подключаемых к радиоприемнику. Блок ЭП состоит из двух одинаковых каскадов, выполненных по схеме эмиттерного повторителя на транзисторах VT1 и VT2. Внешние источники сигнала подключаются к радиоприемнику через гнезда X4—X6. Коммутация рода работы осуществляется переключателями S12 и S13 (А4).

Блок питания (А9) (рис. 10.19). В его состав входят трансформатор питания T1, выпрямитель, компаратор, устройство регенерации батареи, стабилизатор и преобразователь напряжения. *Выпрямитель* собран по двухполупериодной мостовой схеме на диодах VD1—VD4 с емкостной фильтрацией C1 и C2. Он обеспечивает выходное напряжение 20 В (плюсовый вывод конденсатора C2) и 10 В на средней точке (плюсовый вывод конденсатора C1).

Компаратор выполнен на транзисторах VT13 и VT18 и обеспечивает питание радиоприемника от источника с большим напряже-

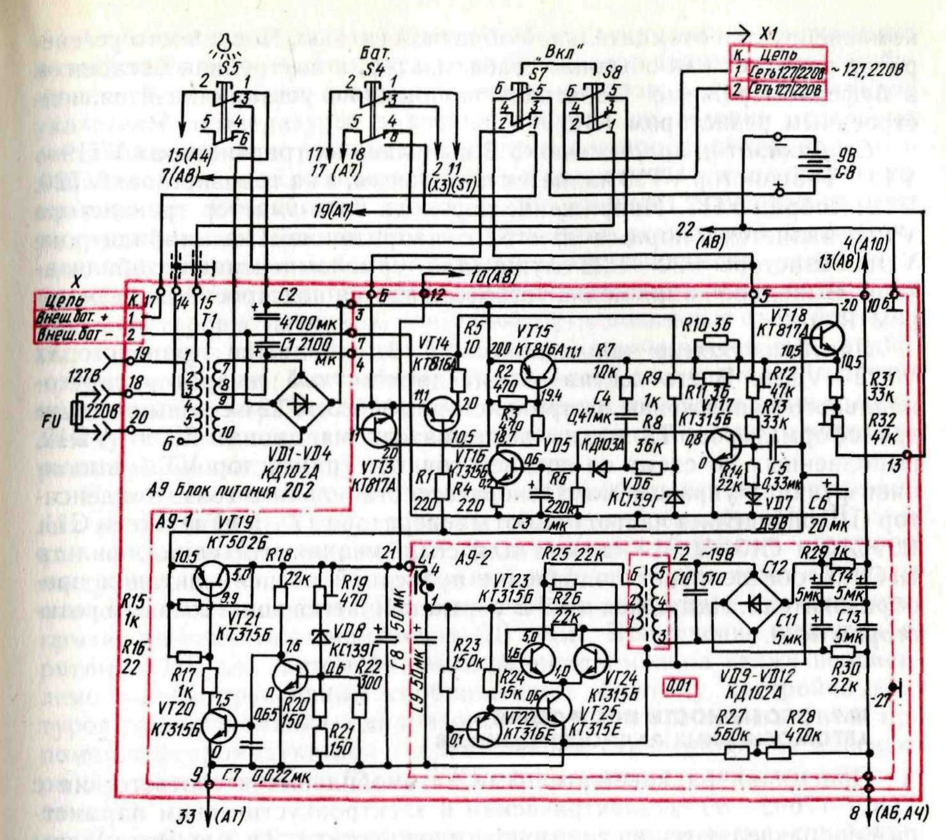


Рис. 10.19. Принципиальная электрическая схема блока питания (А9) радиоприемника «Ленинград-010-стерео»

нием (при одновременном подключении нескольких источников). На транзисторе VT14 собран компаратор, обеспечивающий напряжение на лампах подсветки в том случае, если напряжение внешней батареи больше напряжения внутренней.

Устройство регенерации батареи состоит из мультивибратора, собранного на транзисторах VT15, VT16. Положительная обратная связь мультивибратора образована цепочкой R7C4. Диод VD5 защищает от пробоя переход база-эмиттер транзистора VT16 и транзистор VT17. Транзистор VT17 и термокомпенсирующая цепочка R12—R14, VD7 образуют цепь отрицательной обратной связи мультивибратора. Стабилитрон VD6 выполняет функции параметрического стабилизатора. Резисторы R10 и R11 ограничивают амплитуду импульсов тока регенерации батареи.

Когда на батарее напряжение меньше 10 В, транзистор VT17 закрыт и мультивибратор генерирует требуемые для зарядки импульсы тока. При достижении порогового напряжения 10 В открывается транзистор VT17 и положительная обратная связь мультивибратора

компенсируется отрицательной обратной связью. После этого регенератор работает как обычный стабилизатор, а внутренняя батарея — в буферном режиме. Пороговое напряжение устанавливается подстроечным резистором R12.

Стабилизатор напряжения 5 В выполнен на транзисторах VT19—VT21. Транзистор VT19 является проходным, а на транзисторах VT20, VT21 собран УПТ. Напряжение перехода база-эмиттер транзистора VT21 является опорным вместе с напряжением на стабилитроне VD8. Резисторы R20—R22 служат для термокомпенсации стабилизатора. Выходное напряжение устанавливается подстроечным резистором R19.

Преобразователь напряжения 27 В собран на транзисторах VT22—VT25. В его состав входят двухтактный генератор синусоидального напряжения на транзисторах VT23, VT24 с повышающим трансформатором Т2 и два выпрямителя на диодах VD9—VD12, выполненных по схеме со средней точкой. Транзистор VT25 выполняет функции управляемого генератора стабильного тока. Конденсатор С10 определяет частоту работы генератора (7—9 кГц). Цепи С11, R29C12 и C13R30C14 служат для сглаживания пульсаций, фильтр L1C8C9 обеспечивает подавление пульсаций по цепи питания преобразователя. Напряжение 27 В устанавливается подстроечным резистором R28.

10.9. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Приемники радиовещательные автомобильные в соответствии с ГОСТ 17692—80 по электрическим и электроакустическим параметрам подразделяются на три группы сложности: 1, 2 и 3-ю. Эти группы определяются параметрами трактов ЧМ и АМ и комплексом дополнительных устройств. Допускается применять в радиоприемнике тракт АМ на группу сложности ниже. Радиоприемники 1-й группы сложности должны иметь сквозной стереофонический тракт. Номинальная выходная мощность на канал должна составлять для радиоприемников 1-й группы сложности — 4 Вт; для 2-й — 3 Вт и для 3-й группы сложности — 2 Вт. Среднее (стандартное) звуковое давление динамической головки громкоговорителя, входящего в комплект радиоприемника, должно быть не менее 0,25 Па в номинальном диапазоне воспроизводимых частот. Номинальное напряжение источника питания должно быть 2,4 В на элемент автомобильного аккумулятора.

Автомобильные приемники сконструированы в расчете на установку и эксплуатацию в легковых, грузовых автомобилях и автобусах. Специфической особенностью их является работа в условиях сильного воздействия индустриальных помех и непрерывного изменения напряженности электромагнитного поля при движении. Поэтому схема и конструкция автомобильных приемников должны отвечать повышенным требованиям по сравнению с теми, что предъявляются к стационарным и переносным радиоприемникам.

Автомобильный радиоприемник работает в условиях постоянного воздействия источников помех — работающего двигателя автомобиля, цепей зажигания и зарядки аккумуляторов, а также датчиков-указателей температуры, давления масла и др. Уровни отдельных составляющих спектра помех от системы электрооборудования автомобиля на частотах радиовещательных диапазонов составляют сотни микровольт. Воздействие таких помех снижает качество приема радиосигналов. Поэтому, помимо установки резисторов, подавляющих паразитные колебания в высоковольтных цепях зажигания, производится тщательное экранирование проводов в цепях зарядки аккумуляторов и датчиков, применяются специальные съемные экраны и фильтры низких частот. Тщательно экранируется весь радиоприемник. Должен быть обеспечен надежный электрический контакт между корпусом радиоприемника, экраном и его отдельными узлами, между общими выводами плат печатного монтажа, между корпусом радиоприемника и корпусом автомобиля.

В качестве элемента настройки в автомобильных радиоприемниках не применяются конденсаторы переменной емкости (КПЕ), так как при движении автомобиля из-за сильных вибраций сбивается настройка, появляется микрофонный эффект. Кроме того, использование малогабаритного КПЕ неприемлемо вследствие низкого перекрытия по емкости в диапазонах ДВ и СВ. Применение крупногабаритных КПЕ для автомобильных радиоприемников также неприемлемо по конструктивным соображениям. Поэтому настройка контуров радиоприемника в диапазонах ДВ, СВ и КВ производится при помощи ферроиндукторов (перемещением сердечников из альсифера), а для настройки блока УКВ применяются алюминиевые сердечники.

Исключение составляют радиоприемники, которые могут работать как в автомобиле, так и вне его (например, «Урал-авто», «Урал-авто-2»), в которых используются как ферроиндукторы, так и блоки конденсаторов переменной емкости. В автомобильном режиме питание радиоприемника осуществляется от бортсети, а сигналы на его вход поступают с автомобильной антенны. В переносном режиме радиоприемник получает питание от автономного источника, а сигналы поступают на его вход со встроенной магнитной или телескопической антенны.

В некоторых автомагнитолах настройка входных контуров тракта усиления АМ и ЧМ сигналов ведется электронным способом с помощью изменения управляющего напряжения на варикапных матрицах, включенных в контуры.

Антенная система состоит из антенны (телескопического вертикального штыря) и соединительного кабеля, с помощью которого принятый сигнал подводится ко входу радиоприемника. Емкость кабеля в зависимости от типа антенны и марки автомобиля составляет 30—50 пФ. Поскольку автомобильный радиоприемник работает от вполне определенной антенной системы, используется непосредственное включение ее во входной контур. Таким образом, суммарная емкость антенной системы непосредственно входит во входной контур.

Этим удается избежать потерь сигнала в элементах связи контура с антенной системой.

В автомобильных радиоприемниках могут применяться и активные антенны. Они представляют собой устройство, в котором конструктивно объединены без применения элементов связи или кабеля пассивный приемный элемент и широкополосный неперестраиваемый антенный усилитель.

К автомобильным радиоприемникам, работающим только в диапазонах ДВ и СВ, можно подключать специальные коротковолновые приставки, позволяющие принимать сигналы радиостанций диапазона КВ. Приставки представляют собой конвертор, преобразующий частоты растянутых КВ поддиапазонов 75, 65, 56, 49, 41, 31 и 25 м в частоты одного из участков средневолнового диапазона. В приставках предусмотрена специальная кнопка, при включении которой автомобильная антенна переключается на выход приставки и тем самым обеспечивается возможность приема радиосигналов в диапазонах ДВ и СВ.

Выпускаются два типа коротковолновых приставок — КВП-1А и КВП-5. Приставка КВП-1А предназначена для установки в автомобилях совместно с радиоприемниками, не имеющими КВ диапазона. Приставка КВП-5 служит для работы с автомобильными радиоприемниками А-370М, А-370М1. Приставки рекомендуется устанавливать под радиоприемником, но можно и рядом с ним. Для крепления в комплект приставки входят специальные угольники.

В настоящее время выпускаются автомобильные кассетные магнитолы, состоящие из радиоприемника супергетеродинного типа, кассетной магнитофонной панели и выносной акустической системы. Магнитолы имеют стабилизаторы скорости, устройства автоматического останова лентопротяжного механизма при возникновении в нем неисправности или при неисправности кассеты. В современных автомобильных магнитолах отсутствует канал записи. Для предварительных усилителей специально разработаны малошумящие интегральные микросхемы К538УН1 (одноканальные) и К548УН1 (двухканальные).

10.10. АВТОМОБИЛЬНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ 2-Й ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Общие сведения. Автомобильные радиоприемники 2-й группы сложности рассчитаны на прием радиостанций в диапазонах ДВ, СВ и УКВ. Тракт УКВ выполняется по двум различным принципам: с одинарным преобразованием частоты принимаемого сигнала и с двойным преобразованием частоты. Элементной базой радиоприемников 2-й группы сложности являются транзисторы, интегральные микросхемы и пьезокерамические фильтры. Широкое распространение получил радиоприемник А-275, который устанавливается в автомобилях «Волга», и А-275В, применяющийся в автомобилях «Жигули» (ВАЗ-2103, ВАЗ-2106 и ВАЗ-2121). Конструкция и схемы обоих радиоприемников одинаковы. Различие их состоит в настройке входной цепи в соответствии с эквивалентами антенн автомобилей «Волга», «Жигули» и в способе крепления антенн в автомобилях.

Радиоприемник «Былина-207». Новой моделью автомобильного радиоприемника, разработанной на базе А-275, является радиоприемник «Былина-207». Он предназначен для установки в салонах легковых автомобилей «Волга» (ГАЗ-24), «Жигули» (ВАЗ-2103, ВАЗ-2105, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107, ВАЗ-2121), «Москвич» (модель 2140 Люкс).

Радиоприемник осуществляет прием передач со штыревой антенны типа АР-105, АР-106 и АР-108. В радиоприемнике имеются: механизм для фиксации пяти радиостанций в диапазонах (две — на ДВ, одну — на СВ и две — на УКВ); специальный помехоподавляющий фильтр, предохраняющий радиоприемник от проникновения помех, создаваемых системой электрооборудования автомобиля; автоматическая подстройка частоты в диапазоне УКВ; автоматическая регулировка усиления в диапазонах ДВ и СВ; индикация диапазонов с помощью светодиодов; возможность подключения магнитофона на воспроизведение.

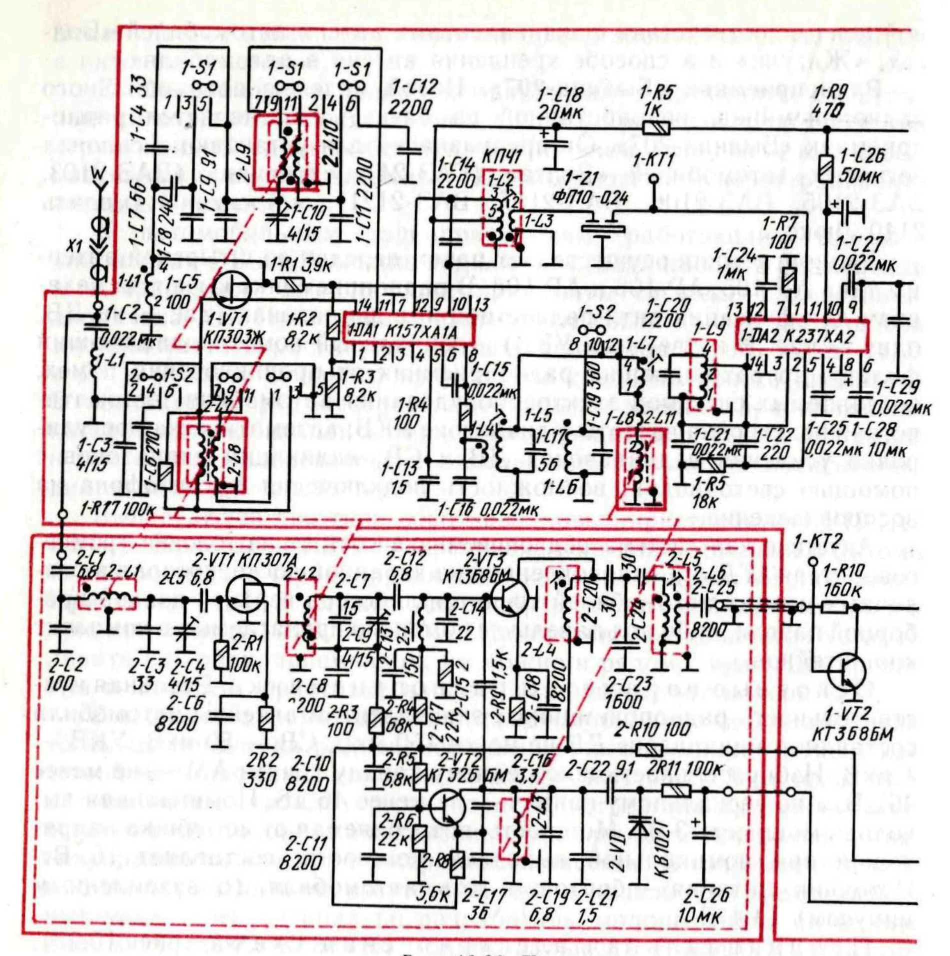
Акустическая система радиоприемника состоит из головки громкоговорителя 4ГД-8Е, установленной на экранной доске, которая в различных марках автомобилей крепится либо под верхней полкой приборной панели, либо под панелью с помощью прилагаемых в комплект кронштейнов.

Основные параметры радиоприемника. Реальная чувствительность радиоприемника с эквивалентом антенны автомобиля составляет в диапазоне ДВ не менее 150 мкВ, СВ — 50 мкВ, УКВ — 4 мкВ. Избирательность по соседнему каналу тракта АМ — не менее 36 дБ, а по зеркальному каналу — не менее 46 дБ. Номинальная выходная мощность 3 Вт. Мощность, потребляемая от источника напряжения при номинальной выходной мощности, составляет 10 Вт. Источник питания — бортовая сеть автомобиля (с заземленным минусом) 14,4 В.

Принципиальная электрическая схема (рис. 10.20). Радиоприемник выполнен с раздельными трактами АМ и ЧМ на четырех интегральных микросхемах и шести транзисторах. Тракт усиления АМ-сигналов собран на одном транзисторе и двух микросхемах. Входные цепи диапазонов ДВ и СВ перестраиваются с помощью двухслойной катушки ферровариометра 2-L7, 2-L8. При работе в диапазоне ДВ обе катушки включаются последовательно, а в диапазоне СВ катушка 2-L8 отключается.

Усилитель радиочастоты собран на полевом транзисторе 1-VT1. Нагрузкой усилителя служит П-образный контур, образованный катушками ферроиндукторов 2-L9, 2-L10 и конденсаторами 1-С4, 1-С7 — 1-С12 в диапазоне ДВ или теми же конденсаторами, но без 1-С12,— в диапазоне СВ. В цепь стока транзистора 1-VT1 включен фильтр 1-L1, 1-С5, настроенный на промежуточную частоту 465 кГц. Фильтр обеспечивает подавление помех с частотой, равной промежуточной частоте.

Смеситель и гетеродин выполнены на интегральной микросхеме



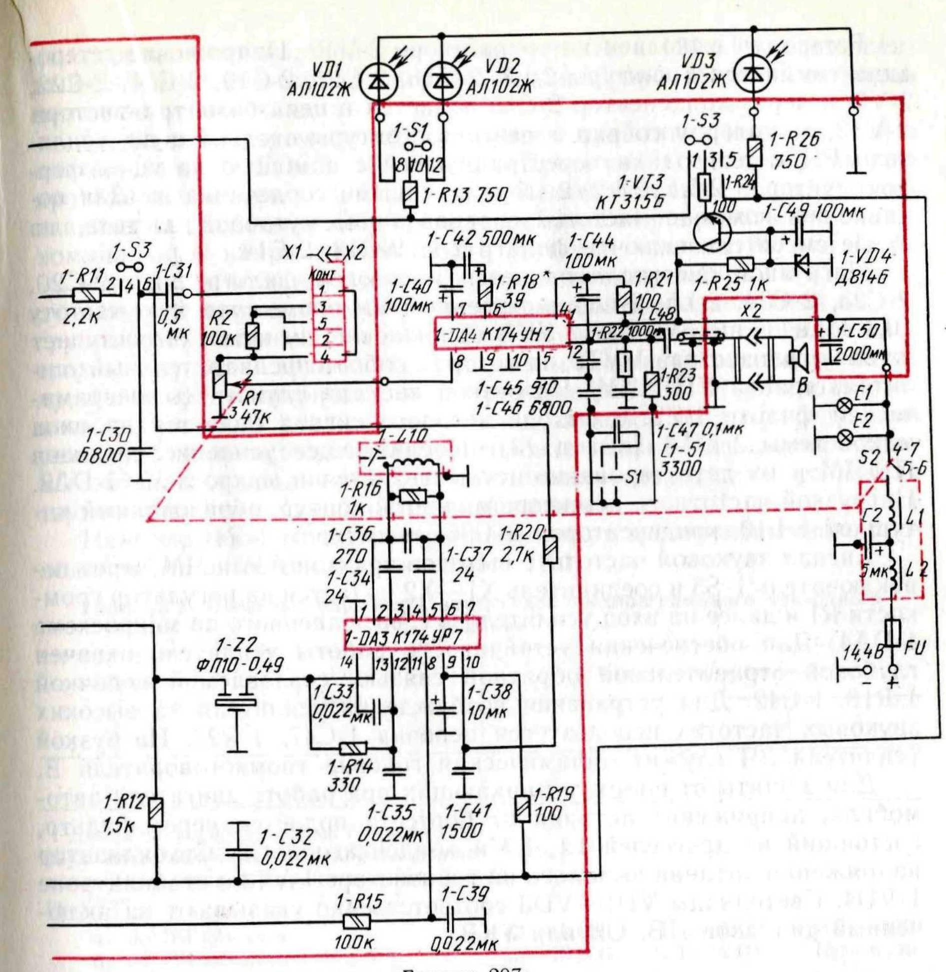


Рис. 10.20. Принципиальная электрическая схема автомобильного радиоприемника «Былина-207»

1-DA1. С нагрузки усилителя радиочастоты напряжение сигнала подается на смеситель (вывод *11* микросхемы 1-DA1). Внешними элементами гетеродина являются сопрягающие катушки 1-L4, 1-L5, 1-L7, 1-L8. С помощью катушки ферроиндуктора 2-L11 производится перестройка частоты гетеродина. Напряжение с контура гетеродина поступает на выводы *5* и *6* (МС 1-DA1). Нагрузкой смесителя служит пьезокерамический фильтр 1-Z1 с резонансной частотой 465 кГц, включенный через согласующий фильтр 1-L2, 1-C14, 1L3.

Выделенный пьезокерамическим фильтром сигнал ПЧ поступает на вход микросхемы 1-DA2 (вывод *1*). На этой микросхеме собран усилитель промежуточной частоты, детектор сигнала и усилитель АРУ. Нагрузкой первого каскада УПЧ служит контур 1-L9, 1-C20. Последующие каскады усиления промежуточной частоты собраны на транзисторах (внутри МС 1-DA2) с непосредственной межкаскадной связью. Детектор сигнала одновременно служит и детектором АРУ. С выхода детектора (вывод *9* МС 1-DA2) сигнал звуковой частоты через фильтр 1-C29, 1-R11 поступает на вход усилителя звуковой частоты. Управляющее напряжение АРУ подается внутри микросхемы на первый каскад УПЧ, а также снимается с вывода *13* этой микросхемы и поступает на УРЧ.

Тракт усиления ЧМ-сигналов состоит из блока УКВ и усилителя ПЧ-ЧМ. Блок УКВ собран на трех транзисторах. Входная цепь 2-L1 блока имеет емкостную связь с автомобильной антенной. Усилитель РЧ собран на полевом транзисторе 2-VT1. Его нагрузкой является контур 2-L2, 2-C7, 2-C9. С выхода усилителя РЧ напряжение сигнала поступает на преобразователь частоты, выполненный по схеме с отдельным гетеродином.

Гетеродин выполнен на транзисторе 2-VT2. Напряжение гетеродина снимается с контура 2-L3, 2-С16, 2-С17, 2-С19, 2-С21, 2-С22, 2-VD и через конденсатор 2-С15 подается в цепь базы транзистора 2-VT3, на котором собран смеситель. Контуры входной цепи, усилители РЧ и гетеродина перестраиваются с помощью катушек ферроиндукторов 2-L1, 2-L2, 2-L3 с латунными сердечниками. Для подавления помех с частотой, равной промежуточной частоте, на входе смесителя включен фильтр 2-L, 2-С13, 2-С14.

Нагрузкой смесителя является полосовой фильтр 2-L4, 2-С20, 2-С23, 2-С24, 2-L5, 2-L6, настроенный на промежуточную частоту 10,7 МГц. С выхода блока УКВ напряжение сигнала ПЧ поступает на базу транзистора 1-VT2, на котором собран предварительный усилитель тракта УПЧ ЧМ. Нагрузкой каскада служит пьезокерамический фильтр 1-Z2, с выхода которого сигнал подается на вход микросхемы 1-DA3 (вывод *13*). Последующее усиление сигналов ПЧ-ЧМ и их детектирование осуществляется в микросхеме 1-DA3. Нагрузкой частотного детектора является контур, образованный катушкой 1-L10, конденсатором 1-С36, резистором 1-R16.

Сигнал звуковой частоты с выходов трактов AM и ЧМ через переключатель 1-S3 и соединитель X1—X2 подается на регулятор громкости R1 и далее на вход усилителя ЗЧ, выполненного на микросхеме 1-DA4. Для обеспечения устойчивости работы усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью, создаваемой цепочкой 1-R18, 1-С42. Для устранения возбуждения усилителя на высоких звуковых частотах используется цепочка 1-С47, 1-R22. Нагрузкой усилителя ЗЧ служит динамическая головка громкоговорителя В.

Для защиты от помех, возникающих при работе двигателя автомобиля, напряжение питания от бортсети подается через фильтр, состоящий из дросселей L1, L2 и конденсатора С2. Стабилизатор напряжения питания выполнен на транзисторе 1-VT3 и стабилитроне 1-VD4. Светодиоды VD1—VD3 соответственно указывают на включенный диапазон ДВ, СВ или УКВ.

10.11. ПРИЕМНИКИ ДЛЯ ТРЕХПРОГРАММНОГО ПРОВОДНОГО ВЕЩАНИЯ

Общие сведения. Трехпрограммное проводное вещание позволяет осуществлять передачу одной низкочастотной программы (1-й) и двух высокочастотных программ (2-й и 3-й). Для приема сигналов 1-й программы используют обычный абонентский громкоговоритель. Сигналы 2-й и 3-й программы передаются на несущих частотах соответственно 78 и 120 кГц с амплитудной модуляцией. Их воспроизведение осуществляется с помощью трехпрограммного приемника проводного вещания.

Такой приемник выполняет следующие функции: разделение частотных каналов принимаемых программ, детектирование амплитудно-модулированного сигнала, усиление сигналов звуковой частоты и их воспроизведение с помощью встроенного громкоговорителя. Таким образом, он представляет собой приемник прямого усиления с

фиксированными настройками на частоты 78 и 120 кГц, совмещенный с абонентским громкоговорителем для воспроизведения сигналов низкочастотного канала.

В настоящее время трехпрограммные приемники выпускаются в соответствии с ГОСТ 18286—82 «Приемники трехпрограммного проводного вещания. Общие технические условия». Они предназначены для работы от сети трехпрограммного проводного вещания с номинальным напряжением тракта звуковой частоты 30 или 15 В.

По электрическим и электроакустическим параметрам и комплексу эксплуатационных удобств эти приемники подразделяются на три группы сложности (1, 2 и 3-я). Для воспроизведения сигналов программы звукового вещания, передаваемых по низкочастотному каналу, в них предусматриваются два режима работы: 1) с использованием встроенного усилителя сигналов звуковой частоты (основной режим); 2) с непосредственным воспроизведением сигналов программы звукового вещания без использования встроенного усилителя звуковой частоты (дополнительный режим).

Наиболее важные параметры приемников трехпрограммного проводного вещания приведены в табл. 10.1.

Табл. 10.1. **Основные параметры приемников трехпрограммного проводного вещания**

Наименование параметра	Норма по группам сложности		
	1	2	3
1	2	3	4
Диапазон воспроизводимых частот по звуковому давлению, определяемый в поле допусков частотной характеристики, Гц, не уже:			
а) по ВЧ-каналам	63—10 000	100—6300	160—6300
б) по НЧ-каналам	63—10 000	100—10 000	160—6300
Уровень среднего звукового давления при нормальной выходной мощности на ВЧ- и основном НЧ-каналах, дБ, не менее	72	70	67
Взаимная защищенность между ВЧ-каналами, дБ, не менее, при модулирующих частотах, Гц:			
1000	60	53	53
5000		—	40
6300	50	40	—
Помехозащищенность ВЧ-каналов от входных НЧ-сигналов, дБ, не менее, на частотах, Гц:			
1000	60	53	53
6300	50	40	40
Помехозащищенность НЧ-каналов от входных ВЧ-сигналов, дБ, не менее		53	
Помехозащищенность ВЧ-каналов от сигналов радиостанций, дБ, не менее		53	

Окончание табл. 10.1

1	2	3	4
Коэффициент гармоник по звуковому давлению, %, не более, на частотах:			
а) от 100 до 200 Гц:			
по ВЧ-каналам	9	—	—
по НЧ-каналам	7	7	—
б) от 200 до 400 Гц:			
по ВЧ-каналам	6	7	9
по основному НЧ-каналу	4	4	5
в) свыше 400 Гц:			
по ВЧ-каналам	5	6	7
по основному НЧ-каналу		4	
Коэффициент гармоник на частоте 1000 Гц, %, не более:			
а) по основному НЧ-каналу	2	2	3
б) по ВЧ-каналам при следующих условиях:			
увеличение входного ВЧ-сигнала на 10 дБ	2	3	3
уменьшение входного ВЧ-сигнала на 17 дБ и модуляции до 50 %	2	3	3
уменьшение выходного сигнала на 20 дБ	2	3	3
Отношение сигнал/фон по ВЧ-каналам и основному НЧ-каналу, дБ, не менее	50	45	40
Отношение сигнал/шум по ВЧ-каналам и основному НЧ-каналу, дБ, не менее	60	57	50

Приемники трехпрограммные 2-й группы сложности, выпускаемые предприятиями в различных вариантах внешнего оформления и под разными торговыми названиями («Маяк-204», «Эра-204» и др.), соответствуют единым техническим требованиям и базируются на единой электрической принципиальной схеме.

Основные параметры приемников «Маяк-204», «Эра-204» и др. Номинальная чувствительность по основному НЧ-каналу для приемников трехпрограммных с номинальным напряжением низкочастотного тракта 30 В составляет 19 В, а для 15 В — 9,5 В. Чувствительность по ВЧ-каналам — 0,25 В. Номинальная выходная мощность не менее 0,3 Вт. Диапазон частот по электрическому напряжению на выходе для магнитофона на запись по ВЧ-каналам 63—6300 Гц, а по НЧ-каналу — 63—10 000 Гц. Взаимная защищенность между ВЧ-каналами при частоте модуляции 1000 Гц составляет не менее 53 дБ, а при частоте 6300 Гц — не менее 40 дБ. Такие же значения имеет параметр помехозащищенности ВЧ-каналов от входных низкочастотных сигналов. Потребляемая мощность от электрической сети не более 2,5 Вт.

Принципиальная электрическая схема приемника «Маяк-204» (рис. 10.21). Выбор программ производится кнопочным переключателем S1. При одновременном нажатии кнопок S1.1 и S1.2 переключателя программ приемник работает в режиме приема 1-й программы

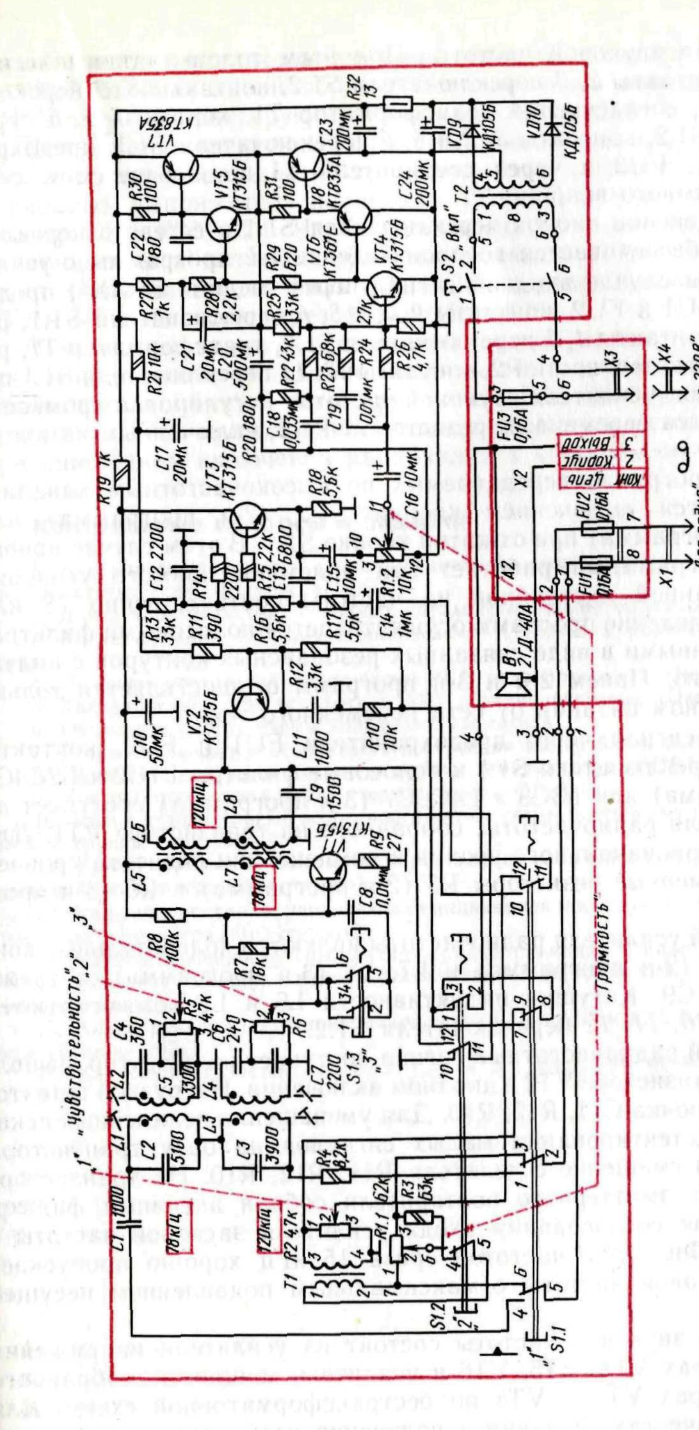


Рис. 10.21. Принципиальная электрическая схема приемника трехпрограммного «Маяк-204»

без усиления звуковой частоты. При этом головка динамическая B1 через контакты *2, 3* переключателя S1.2, контакты *8, 9* переключателя S1.1, согласующий трансформатор T1, контакты *5, 6* переключателя S1.2, контакты *3, 2* и *6, 5* переключателя S1.1, предохранители FU1, FU2 и через соединитель X1 подключается к сети трехпрограммного вещания.

При включении кнопок переключателя S1.1 и сетевого переключателя S2 обеспечивается воспроизведение 1-й программы с усилением. В этом случае входной сигнал через соединитель X1, предохранители FU1 и FU2, контакты *2, 3* и *5, 6* переключателя S1.1, резистор R3, контакты *4, 5* переключателя S1.2, трансформатор T1, регулятор чувствительности R2, контакты *12, 11* переключателя S1.1 подается на вход усилителя звуковой частоты. Регулировка громкости осуществляется переменным резистором R1.2, включенным на входе усилителя.

Прием программ, передаваемых по высокочастотным каналам, осуществляется включением кнопки S1.2 (2-я программа) или S1.3 (3-я программа) при отжатой кнопке S1.1. В этом случае приемник трехпрограммный работает как приемник прямого усиления с фиксированной настройкой на частоты соответственно 78 или 120 кГц. Разделение программ осуществляется полосовыми фильтрами, выполненными в виде связанных резонансных контуров с индуктивной связью. Прием 2-й и 3-й программ осуществляется только при включенном питании от сети переменного тока.

Входной сигнал через предохранители FU1 и FU2, контакты *5, 4* и *2, 1* переключателя S1.1 и полосовые фильтры L1C2 и L2C4C5 (2-я программа) или L3C3 и L4C6C7 (3-я программа) поступает на вход усилителя радиочастоты, собранного на транзисторе VT1. Для установки первоначального уровня и компенсации разности уровней служат переменные резисторы R5 (2-я программа) и R6 (3-я программа).

Нагрузкой усилителя радиочастоты являются колебательные контуры L5, L6 (2-я программа) и L7, L8 (3-я программа), а также конденсатор C9. Катушки индуктивности L6 и L8 коммутируются контактами *10, 11, 12* переключателя S1.2.

Усиленный радиочастотный сигнал поступает на детектор, выполненный на транзисторе VT2 в диодном включении. Нагрузкой детектора служит цепочка C11, R12, R10. Для уменьшения нелинейных искажений при детектировании малых сигналов на базу транзистора VT2 подается смещение с делителя R11, R12, R10. На транзисторе VT3 по схеме эмиттерного повторителя собран активный фильтр, служащий для согласования входа усилителя звуковой частоты с детектором. Фильтр с частотой среза 15 кГц хорошо пропускает сигналы звуковой частоты с максимальным подавлением несущей частоты.

Усилитель звуковой частоты состоит из усилителя напряжения на транзисторах VT4, VT5, VT6 и усилителя мощности, собранного на транзисторах VT7 и VT8 по бестрансформаторной схеме. Для улучшения качества звучания и получения необходимых частотных

характеристик усилитель звуковой частоты охвачен частотно-зависимой отрицательной обратной связью через цепочку R20, R22, C18 и имеет корректирующую цепь R23, R24, C19.

Для питания электрической схемы приемника в его состав входит блок питания, содержащий трансформатор питания T2, двухполупериодный выпрямитель на диодах VD9 и VD10 и сглаживающий фильтр C23, R32, C24. Чтобы уменьшить уровень фона, усилитель радиочастоты и активный фильтр питаются по постоянному току через развязывающий фильтр R19,C10, а смещение на транзисторы VT2 и VT3 подается через фильтр R21,C17.

В проводах входа X1 включены предохранители FU1 и FU2, предотвращающие попадание напряжения сети переменного тока в радиотрансляционную сеть при неисправности трехпрограммного приемника. Оба предохранителя защищают также схему приемника при ошибочном включении радиовилки в электрическую сеть.

Контрольные вопросы и задания

1. Как классифицируются радиоприемники в зависимости от электрических и электроакустических параметров?
2. Дайте характеристику основных параметров радиоприемников.
3. Какие функции выполняет микросхема К174ХА2 в радиоприемнике «Невский»?
4. Поясните построение схемы блока УКВ радиоприемника «Вега-340».
5. Как работает схема эстафетной АРУ в радиоприемнике «Океан-214»?
6. Объясните работу схемы кольцевого смесителя.
7. В чем заключается особенность построения схемы блока УКВ 1-2С?
8. Объясните построение схемы и работу демодулятора ДЧМ-II-5.
9. Как работает схема блока стереодекодера СД-А-1?
10. Какие отличительные особенности имеют схемы переносных радиоприемников высшей группы сложности?
11. Каким образом осуществляется разделение каналов в стереодекодере радиоприемника «Ленинград-010-стерео»?
12. Как работает схема, управляющая индикацией многолучевого приема в радиоприемнике «Ленинград-010-стерео»?
13. Каковы особенности блока питания радиоприемника «Ленинград-010-стерео»?
14. Назовите конструктивные и эксплуатационные особенности автомобильных радиоприемников.
15. Какие функции выполняют микросхемы К157ХА1А и К237ХА2 в радиоприемнике «Былина-207»?
16. Как осуществляется передача 1, 2 и 3-й программ проводного вещания?

ГЛАВА 11

ОТЫСКАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РАДИОПРИЕМНИКАХ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

11.1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА НАХОЖДЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Определение и отыскание неисправностей — один из наиболее сложных процессов при ремонте радиоприемников. Необходимо иметь в виду, что не все каскады радиоприемника сразу выходят из строя. Обычно не работают (или плохо работают) один-два каскада радиоприемника, в то время как остальные вполне исправны. Поэтому не следует бессистемно заменять радиоэлементы, трогать элементы настройки контуров, пока не будет найдена неисправность.

Для того чтобы быстро найти причину неисправности, необходимо четко представлять себе принцип работы радиоприемника, изучить его принципиальную электрическую схему, знать факторы, от которых зависят основные параметры, и правильно установить направление поиска неисправности.

Все неисправности, встречающиеся в радиоприемнике, приводят к нарушению его нормальной работы. Их можно разделить на три группы: радиоприемник вообще не работает, работает частично (временами) или работает плохо (слабый или искаженный звук).

Причинами этого могут быть: полная разрядка батарей питания, выход из строя транзистора, радиолампы, короткое замыкание между проводами, обрыв в обмотке дросселя или трансформатора, выход из строя резистора, конденсатора и т. д.

Проверку неисправного радиоприемника начинают с внешнего осмотра монтажа. При тщательном осмотре легко обнаружить обрыв провода или катушки индуктивности, перегоревший резистор и др. При осмотре печатных плат следует проверить целостность печатных проводников, убедиться в отсутствии трещин и разрывов, обратить внимание на места спая выводов радиоэлементов с токопроводящими полосками.

При полном отсутствии приема радиостанций или искаженном приеме необходимо проверить рабочее напряжение источника питания, надежность контактов в его цепи. В большинстве случаев причиной неисправности радиоприемника является разряженная батарея.

Рабочее напряжение источника питания измеряется под нагрузкой, т. е. при включенном на максимальную громкость радиоприемнике, когда потребляется наибольший ток. Следует помнить, что вообще транзисторный радиоприемник может работать до тех пор, пока рабочее напряжение его батареи не снизится до 3 В при питающем напряжении 6 В, до 5,6 В — при 9 В и до 7,2 В при напряжении питания 12 В.

После проверки напряжения источника питания нужно проверить ток, потребляемый радиоприемником при отсутствии сигнала на входе, т. е. ток покоя, характеризующий режим работы как всего приемника в целом, так и его отдельных каскадов. Ток покоя не должен превышать допустимых значений, указанных в техническом описании на данную модель радиоприемника. Чрезмерно большое значение тока указывает на наличие в схеме приемника короткого замыкания или утечки. Малое значение его свидетельствует об обрыве в одном из каскадов радиоприемника. Сопротивление цепи питания должно быть 1—5 кОм. Необходимо также проверить исправность выключателя питания.

Полное представление о работоспособности усилительных каскадов можно получить при измерении режимов работы транзисторов по переменному току. Данная проверка производится с помощью контрольно-измерительной аппаратуры. Напряжение сигналов звуковой и промежуточной частот следует подавать на базы транзисторов или контрольные точки через разделительный конденсатор.

Для сокращения времени поиска неисправности на практике широко применяется метод последовательной проверки прохождения сигнала через каскады радиоприемника от выхода ко входу. Сущность метода состоит в том, что проверенный каскад или блок позволяет проверять последующие каскады без применения дополнительных контрольно-измерительных приборов. Индикатором служит головка громкоговорителя или включенный параллельно ей измеритель выходного напряжения. В зависимости от состояния радиоприемника некоторые операции последовательной проверки прохождения сигнала могут быть исключены. Например, если радиоприемник работает от звукоснимателя, то это говорит о том, что блок питания и усилитель звуковой частоты исправны и их можно не проверять.

Исправность каскадов УЗЧ в радиолах можно проверить, проигрывая грампластинку, в радиоприемниках — касаясь отверткой или пинцетом входных гнезд звукоснимателя, при этом регулятор громкости должен находиться в положении максимальной громкости. При исправности блока УЗЧ должен быть слышен фон переменного тока (гудение) в головке громкоговорителя. Если гудения не слышно, следует осуществить покаскадную проверку на прохождение звукового сигнала.

Для более качественной проверки нужно подать на вход УЗЧ сигнал, равный чувствительности усилителя, с частотой 400—1000 Гц от звукового генератора типа Г 3-33 или аналогичного ему. При этом выходное напряжение должно соответствовать выходной номинальной мощности. При недостаточной чувствительности УЗЧ необходимо проверить покаскадную чувствительность, значения которой приведены в инструкции по эксплуатации и ремонту. Убедившись в исправности УЗЧ радиоприемника, можно переходить к проверке радиочастотных каскадов.

В качестве источника сигналов для проверки радиочастотных каскадов, начиная от детектора до гнезд «Антенна — земля», может служить сама антенна, подключенная через конденсатор емкостью 0,01 мкФ. Более точно проверить работу радиочастотных каскадов можно с помощью генераторов типа Г4-116 или TR-0608. Этими же генераторами можно проверить и настроить усилитель промежуточной частоты, дробный детектор и блок радиочастоты.

После определения неисправного каскада следует проверить исправность всех элементов, входящих в данный каскад. Исправность некоторых радиоэлементов можно проверить омметром. Следует помнить, что большинство элементов схемы шунтировано значительными проводимостями транзисторов. Поэтому для получения правильного результата измерения сопротивления необходимо отпаять один из выводов элементов схемы.

При ремонте особенно важно установить причину, вызвавшую выход из строя радиоэлемента. Например, при замене сгоревшего резистора развязывающего фильтра необходимо проверить, не пробит ли конденсатор развязки, так как пробитый конденсатор в данном случае является причиной выхода из строя резистора. Если не установить причину выхода из строя резистора, то при включении радиоприемника вновь поставленный резистор также может сгореть.

После того как определен вышедший из строя радиоэлемент, в неисправном каскаде необходимо выполнить монтажные работы, связанные с заменой этого элемента. Затем следует проверить качество работы радиоприемника и правильность его настройки.

11.2. НЕИСПРАВНОСТИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Общие сведения. Источники питания предназначены для питания электродов ламп, транзисторов и интегральных микросхем БРЭА. Одним из факторов, определяющих надежную работу радиоприемного устройства, является стабильность питающих напряжений. Поэтому во многих современных радиоприемниках, питающихся как от сети переменного тока, так и от автономных источников тока, применяют стабилизаторы напряжения.

Для питания БРЭА (устаревших моделей, но еще находящихся в эксплуатации) на электронных лампах используют нестабилизированные источники питания. В состав такого источника питания (рис. 11.1) входят трансформатор питания, выпрямительное устройство и сглаживающий фильтр.

Трансформатор питания предназначен для преобразования напряжения электрической сети по величине. Он имеет две сетевые обмотки с отводами. В электрическую сеть напряжением 220 В соответствующие части сетевых обмоток включаются последовательно, а в сеть 110 или 127 В — параллельно. В качестве переключателя напряжения сети используется восьмиштырьковая ламповая панель с тремя ключами (розеточная часть) и вилочная часть с четырьмя штырьками, замкнутыми между собой попарно.

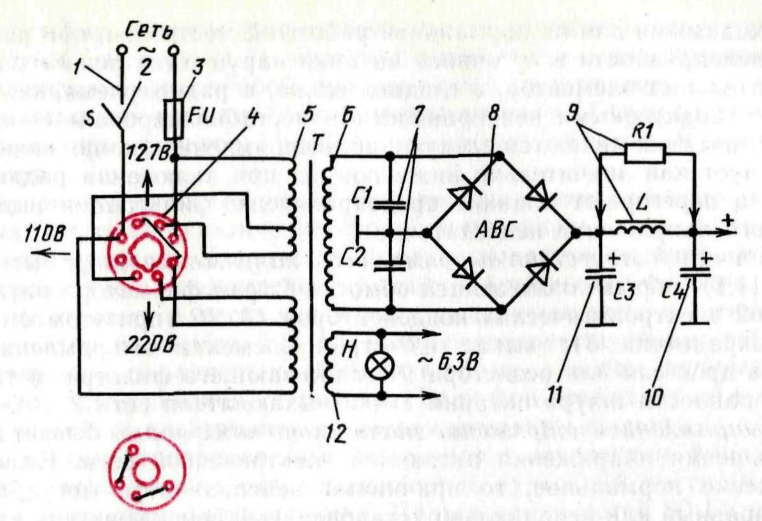


Рис. 11.1. Принципиальная электрическая схема нестабилизированного блока питания

Трансформатор питания, кроме формирования требуемого уровня напряжения переменного тока, служит для электрической развязки (разделения) элементов устройств электропитания и нагрузки от электрической сети, что повышает электробезопасность при ремонте и налаживании источников питания.

Выпрямительное устройство предназначено для преобразования переменного напряжения электрической сети в постоянное. Элементами выпрямления служат полупроводниковые диоды, выпрямительные столбики и сборки. Широкое распространение получили мостовые схемы выпрямления.

На выходе выпрямителя включается *фильтр,* сглаживающий пульсации выпрямленного переменного напряжения. Обычно такой фильтр содержит два электролитических конденсатора емкостью десятки и сотни микрофарад каждый и дроссель звуковой частоты. Иногда вместо дросселя включают резистор сопротивления 2—4 кОм.

Стабилизированные источники питания используют для питания БРЭА, выполненной на транзисторах и интегральных микросхемах, где требуется стабильность напряжения питания. Широкое распространение получили параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения. В качестве *параметрических стабилизаторов* используют стабилитроны. Такие стабилизаторы применяют для создания опорных источников для питания БРЭА с малыми токами потребления. В схемах *компенсационных стабилизаторов,* кроме источников опорного напряжения, используют усилительные элементы и цепи обратной связи, улучшающие качество работы стабилизатора и устройства электропитания в целом.

Характеристика неисправностей. Источники питания обеспечивают электронные лампы, транзисторы и ИМС напряжениями,

необходимыми для их нормальной работы. Естественно, при появлении неисправности в источнике питания нарушается режим работы усилительных элементов, а следовательно, и радиоприемника. Наиболее характерными неисправностями нестабилизированных источников питания являются следующие: выпрямленное напряжение отсутствует или значительно ниже нормы; при включении радиоприемника перегорают плавкие предохранители; фильтрация выпрямленного напряжения недостаточна.

Причиной *отсутствия выпрямленного напряжения* могут быть (см. рис. 11.1): обрыв повышающей обмотки *6* трансформатора питания; пробой электролитических конденсаторов *11*, *10* (при этом сгорает предохранитель *3*); выход из строя элемента выпрямления *8;* обрыв дросселя или резистора *9* сглаживающего фильтра, а также неисправности шнура питания *1* или выключателя сети *2*.

Выпрямленное напряжение значительно ниже нормы бывает из-за уменьшения напряжения питающей электрической сети. Если напряжение нормальное, то причинами неисправности могут быть: неисправный или неправильно установленный переключатель напряжения сети *4;* наличие короткозамкнутых витков в трансформаторе (при этом он быстро нагревается); потеря емкости электролитических конденсаторов из-за высыхания электролита.

Понижение выпрямленного напряжения может быть вызвано и чрезмерным потреблением тока радиоприемником. В этом случае необходимо на короткое время отсоединить плюсовый провод, идущий к приемной части схемы от выпрямителя, и измерить напряжение на конденсаторе фильтра. Если оно нормальное, то выпрямитель исправен, а повреждение произошло в приемной части схемы.

Следует помнить, что при включении выпрямителя без нагрузки напряжение на электролитических конденсаторах может превысить рабочее напряжение этих конденсаторов и они окажутся пробитыми. Поэтому, прежде чем отключать нагрузку, надо выяснить, на какое рабочее напряжение рассчитаны электролитические конденсаторы в данном блоке питания, и если оно выбрано с запасом по отношению к номинальному напряжению выпрямителя, то можно отключать нагрузку.

Перегорание предохранителя при включении радиоприемника вызывается коротким замыканием в схеме цепей питания. Если в момент включения радиоприемника предохранитель сгорает мгновенно, то чаще всего это указывает на неисправность трансформатора питания. При пробое конденсаторов фильтра также может сгореть предохранитель, но не сразу, а только после прогрева кенотрона (в кенотронных выпрямителях). Чтобы убедиться в неисправности трансформатора питания, необходимо из радиоприемника вынуть все лампы и включить его. При неисправности трансформатора предохранитель снова перегорит. Наличие короткого замыкания в приемной части схемы проверяют, отсоединяя плюсовый провод, идущий к приемной части. Если при повторном включении предохранитель не перегорает, это означает, что блок питания исправен. В противном случае неисправность следует искать в схеме блока питания. Причиной

ее могут быть неправильно установленный переключатель напряжения сети *4* (см. рис. 11.1); короткое замыкание в цепях обмоток *5, 6, 12* трансформатора; пробой шунтирующего конденсатора *7;* замыкание в элементах выпрямления *8;* пробой первого *11* (или второго *10*) конденсатора фильтра; пробой на корпус обмотки *9* дросселя фильтра.

Признаком *недостаточной фильтрации выпрямленного напряжения* является увеличение фона переменного тока в головке громкоговорителя. Увеличение фона вызывается потерей емкости электролитическими конденсаторами сглаживающего фильтра. Данную неисправность легко установить, подключая электролитический конденсатор емкостью 20—40 мкФ с соответствующим рабочим напряжением параллельно сначала второму, а потом первому конденсатору сглаживающего фильтра. Если фон пропадает, то необходимо заменить электролитические конденсаторы фильтра.

К другим неисправностям, связанным с появлением фона переменного тока, можно отнести появление пульсаций частотой 50 и 100 Гц на выходе блока питания. Пульсации частотой 50 Гц возникают при неисправностях участка цепи до сглаживающего фильтра (например, из-за обрыва одного полупроводникового диода); пульсации частотой 100 Гц появляются при неисправностях элементов фильтра (например, появлении короткозамкнутых витков в обмотке дросселя, насыщении магнитопровода дросселя в результате чрезмерного потребления тока радиоприемником).

В стабилизированных источниках питания, кроме вышеперечисленных неисправностей, встречается выход из строя стабилитронов, регулирующих транзисторов и др. В случае возникновения неисправности в стабилизаторе его необходимо отключить от схемы выпрямителя и убедиться в исправности последнего. Затем внешним осмотром и с помощью тестера следует отыскать неисправный элемент и заменить его, после чего подключить стабилизатор к выпрямителю и проверить наличие выходного напряжения. При устранении неисправностей в источниках питания нужно избегать коротких замыканий, даже кратковременного характера, так как они заканчиваются выходом из строя транзистора электронного стабилизатора напряжения.

Неисправности автономных источников питания. В переносной БРЭА в качестве источника питания используют гальванические элементы, батареи и аккумуляторы. Некоторые модели БРЭА имеют универсальное питание, т. е., кроме автономных источников, встроенный сетевой блок. Такой блок питания состоит из понижающего трансформатора, выпрямителя и электронного стабилизатора напряжения.

При автономном питании радиоприемников частыми неисправностями являются: разрядка элементов питания; нарушение контактов в выключателе питания; отсутствие контактов между элементами и контактными пружинами отсека или контейнера хранения питания; обрывы или замыкания в проводах питания.

Автономный источник питания помещается в специальном отсеке

радиоприемника, исключающем проникновение электролита в монтажную схему в случае его вытекания из батареи. Однако возможны случаи загрязнения и окисления печатной платы радиоприемника электролитом при длительном нахождении разряженной батареи в отсеке. Поэтому нужно следить за состоянием батареи и временем нахождения ее внутри радиоприемника. При установке батарей необходимо проверять контактные пружины или гнезда подключения батареи и в случае необходимости подгибать их и очищать от окиси.

Аккумуляторные батареи 7Д-0,1 часто выходят из строя из-за потери герметичности и утечки электролита в месте соединения корпуса с крышкой. Такая неисправность проявляется как быстрая (в течение 0,5—1 ч) потеря напряжения только что заряженной батареи. Гальванические элементы и батареи заменяют в соответствии с их техническими данными.

11.3. НЕИСПРАВНОСТИ КАСКАДОВ УСИЛИТЕЛЕЙ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Общие сведения. В большинстве радиоприемников усилители звуковой частоты состоят из каскадов предварительного усиления и оконечных усилителей, т. е. усилителей мощности.

Предварительный усилитель, или усилитель напряжения, предназначен для получения необходимого напряжения на входе оконечного каскада. Основными видами нагрузки усилителя напряжения являются резисторы и трансформаторы. Связь между каскадами может быть непосредственная (гальваническая) или осуществляется с помощью реактивных элементов (резисторно-емкостная и трансформаторная). В каскадах предварительного усиления используют транзисторы с большим коэффициентом усиления и микросхемы. Режим их работы, способ включения и элементы схемы выбираются так, чтобы получить возможно большее усиление сигнала при малом расходе энергии источника питания.

Оконечные каскады, предназначенные для создания необходимой мощности в нагрузке усилителя, бывают *однотактные* и *двухтактные*. Способ включения транзисторов или микросхем и режим их работы выбирают исходя из значения выходной мощности, отдаваемой в нагрузку. По виду нагрузки оконечные каскады бывают: *трансформаторные*, в которых нагрузка согласуется с выходной цепью транзистора при помощи выходного трансформатора, и *бестрансформаторные*, в которых нагрузка включается непосредственно в выходную цепь транзистора.

Достоинства двухтактных схем усилителей мощности достаточно известны, однако они проявляются только в том случае, если соблюдается симметрия плеч. Предоконечный каскад, обеспечивающий на входе двухтактной схемы два противофазных напряжения, одинаковых по амплитуде, но сдвинутых по фазе на 180 °, называется фазоинверсным. Фазоинверсия осуществляется с помощью согласующего трансформатора, вторичная обмотка которого имеет средний вывод.

В бестрансформаторных выходных каскадах на транзисторах и микросхемах фазоинверсный каскад выполняется на двух транзисторах с разной проводимостью. Основными достоинствами бестрансформаторных оконечных каскадов, благодаря которым они получили широкое распространение, являются простота их устройства и налаживания, высокий КПД, достигающий 75 %, и широкая полоса усиливаемых частот. Кроме того, повышается экономичность схемы и уменьшается масса радиоприемника.

Характеристика неисправностей. К отысканию неисправностей в усилителе ЗЧ приступают лишь после проверки исправности источника питания. Работоспособность усилителя ЗЧ при отсутствии источника звуковых сигналов проверяют прикосновением отвертки или пинцета к незаземленному гнезду звукоснимателя или среднему выводу переменного резистора регулятора громкости. Если усилитель работает, то в головке громкоговорителя будет прослушиваться фон переменного тока. Если фона (гудения) не слышно, следует осуществить проверку прохождения звукового сигнала.

Многие неисправности радиоприемника могут отражаться на качестве звучания головки громкоговорителя. Внешними признаками, которыми можно руководствоваться для определения неисправности, являются: отсутствие звука, тихий или искаженный звук. Кроме того, некоторые неисправности — самовозбуждение усилителя и появление чрезмерного фона переменного тока — вызываются наличием паразитных связей.

Отсутствие звука может быть вызвано обрывом звуковой катушки головки громкоговорителя, обрывом в первичной или вторичной обмотках выходного или межкаскадного трансформатора, резистора нагрузки и др. Если нет прохождения сигнала со входа первого каскада, проверяют ток покоя каскадов УЗЧ и оценивают его значение. Если ток покоя больше нормы и при этом сильно нагреваются транзисторы выходного каскада, то неисправен один из его транзисторов или транзистор предоконечного каскада.

Причинами *тихого или искаженного звучания* могут быть межвитковое замыкание в обмотках трансформаторов, неисправность в цепи обратной связи, обрыв одного из резисторов в цепях базовых смещений транзисторов, выход из строя одного из транзисторов оконечного каскада, недопустимо большой разброс параметров транзисторов двухтактного каскада.

Искажения вызываются также неисправностями регуляторов громкости и тембра. Если при вращении ручки регулятора громкости прослушивается треск или скачкообразно изменяется громкость, то причиной этого является плохой контакт между щеткой ползунка и токопроводящим слоем. Аналогичная неисправность может быть в переменных резисторах, выполняющих функции регуляторов тембра и стереобаланса.

Причиной *отсутствия стереоэффекта* могут быть неисправности одного из каналов, неправильная распайка выводов или отсутствие контакта в розетках акустической системы, неправильная фазировка головок громкоговорителей.

Самовозбуждение проявляется на верхних частотах в виде свистов или воя, а на нижних — в виде характерного «моторного» шума. Причиной самовозбуждения усилителя ЗЧ являются паразитные связи: электрические, емкостные и связи через общие источники питания. Следует иметь в виду, что в радиоприемниках расположение радиоэлементов и компонентов, их монтаж выполнены таким образом, чтобы паразитные связи были минимальными, и поэтому усилители не должны самовозбуждаться. В случае возникновения самовозбуждения следует тщательно осмотреть, нет ли отступлений от заводского монтажа.

Обнаружить самовозбуждение можно при помощи осциллографа, подключив его параллельно звуковой катушке головки громкоговорителя. При самовозбуждении усилителя на экране осциллографа появится осциллограмма паразитных колебаний или хаотично перемещающейся полосы. Самовозбуждение можно также обнаружить с помощью вольтметра переменного напряжения. Следует помнить, что во всех случаях при проверке самовозбуждения необходимо отсоединить вход УЗЧ от предыдущих каскадов, зашунтировав его сопротивлением, равным выходному сопротивлению каскадов.

Чаще всего паразитные обратные связи возникают через общий источник питания. На слух эта паразитная генерация проявляется в виде характерного «моторного» шума очень низкой частоты. Причиной может быть уменьшение емкости электролитического конденсатора фильтра, что приводит к увеличению внутреннего сопротивления источника питания, особенно на низких частотах. Следует также проверить исправность развязывающих фильтров, включенных в цепь питания отдельных каскадов усилителя. С помощью развязывающих фильтров, применяемых в каждом каскаде, ослабляется напряжение паразитной обратной связи, создаваемое переменными коллекторными токами транзисторов на внутреннем сопротивлении источника питания и подводимое к транзисторам вместе с питающим напряжением.

Фон переменного тока проявляется в виде гула низкого тона при работе УЗЧ сетевых радиоприемников. Уровень фона характеризуется значением напряжения пульсации на выходе усилителя при отсутствии сигнала, при этом фон должен быть почти неслышным. Наличие сильного фона снижает качество воспроизведения.

Причинами возникновения фона могут быть плохая фильтрация выпрямленного напряжения, наводки на входные цепи усилителя со стороны питающих цепей, плохая экранировка и др. Для устранения фона прежде всего необходимо установить его источник, т. е. определить, возникает ли он в усилителе или поступает на его вход извне. Наличие в тракте усиления фона переменного тока, а также причины его возникновения можно определить с помощью осциллографа. Для такой проверки замыкают накоротко вход усилителя. Если при этом фон не пропадает, то это означает, что он возникает в самом усилителе. Затем нужно выяснить, возникает ли фон из-за плохой фильтрации выпрямленного напряжения или наводится в цепях из-за плохого качества монтажа. Если параллельно конденсатору фильтра выпрямителя подключить другой конденсатор большой емкости и фон уменьшится или исчезнет полностью, то это означает, что конденсатор фильтра неисправен и его необходимо заменить. Если такая проверка не даст результатов, то следует проверить элементы развязывающих фильтров.

11.4. НЕИСПРАВНОСТИ КАСКАДА ДЕТЕКТОРА И ЦЕПИ АРУ

Общие сведения. Для преобразования радиочастотных колебаний в колебания звуковой модулирующей частоты служит детекторный каскад. В радиовещательных приемниках при приеме АМ-колебаний применяют амплитудные детекторы, которые подключают к выходу усилителя промежуточной частоты. Основными элементами детектора являются нелинейный элемент (диод или транзистор), сопротивление нагрузки (резистор) и фильтр (конденсатор). К амплитудному детектору предъявляют следующие требования: максимальный коэффициент передачи по напряжению, высокое входное сопротивление и минимальные искажения.

Кроме основной функции, диодный детектор позволяет выполнять автоматическую регулировку усиления (АРУ). В радиоприемниках низкой группы сложности применяется простая схема АРУ. Недостаток ее в том, что она уменьшает усиление даже при приеме слабых сигналов. В радиоприемниках высокой группы сложности применяют схему АРУ с задержкой. Такая схема начинает действовать только при определенном уровне сигнала, а при приеме слабых сигналов работает с постоянным коэффициентом усиления.

При приеме ЧМ-сигналов в УКВ диапазоне используются частотные детекторы, которые преобразуют модулированные по частоте колебания в колебания звуковой частоты. Широкое распространение получила схема *дробного детектора* (детектора отношений). Его достоинство в том, что он слабо реагирует на изменения амплитуды сигнала и поэтому мало чувствителен к воздействию паразитной модуляции.

К частотным детекторам предъявляют следующие требования: достаточная величина коэффициента передачи по напряжению; как можно большая линейная зависимость выходного напряжения от величины изменения частоты выходного сигнала частотного детектора; минимальная зависимость выходного напряжения от колебаний амплитуды радиочастотного сигнала на входе детектора (от паразитной амплитудной модуляции ЧМ-сигнала).

Характеристика неисправностей. К проверке и ремонту детекторного каскада следует приступать после проверки исправности усилителя звуковой частоты. Сложных неисправностей в детекторном каскаде обычно не встречается. Чаще всего выходит из строя диод. Поэтому при плохой работе этого каскада надо прежде всего заменить диод. Плохая работа АРУ может вызываться утечкой конденсатора развязывающего фильтра, нарушениями в соединительных цепях, связывающих детектор с усилителем ПЧ, и др. В случае не-

исправности схемы АРУ возникают перегрузки первых каскадов УПЧ и детектора, вследствие чего происходят большие гармонические искажения принимаемого сигнала.

В частотном детекторе могут возникать неисправности, аналогичные тем, которые встречаются в схеме амплитудного детектора: выход из строя диода, конденсаторов, резисторов нагрузки и неисправности цепей коммутации. Могут возникать также и характерные для частотного детектора неисправности, например уход нуля, нелинейность детекторной характеристики и др.

11.5. НЕИСПРАВНОСТИ КАСКАДОВ УСИЛИТЕЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

Общие сведения. Усилитель промежуточной частоты предназначен для усиления модулированного сигнала промежуточной частоты до уровня, необходимого для нормальной работы детектора. Усилитель ПЧ определяет избирательность радиоприемника по соседнему каналу, его чувствительность и полосу пропускания, от которой зависит качество воспроизведения передач.

Нагрузкой усилителя ПЧ чаще всего служат полосовые фильтры, настроенные на фиксированную промежуточную частоту. Подстройка контуров фильтров осуществляется с помощью ферритовых сердечников. В радиоприемниках высокой группы сложности предусмотрена возможность регулировки ширины полосы пропускания усилителя промежуточной частоты.

В транзисторных радиоприемниках низкой группы сложности первый каскад усилителя ПЧ выполняют апериодическим. При этом отпадает необходимость нейтрализации внутренней обратной связи транзистора, что существенно облегчает настройку радиоприемника. Чтобы получить частотную характеристику усилителя, близкую к П-образной, а следовательно, повысить избирательность радиоприемника и получить равномерное усиление в заданной полосе частот, на входе усилителя ПЧ включается фильтр сосредоточенной селекции. Фильтр такого типа представляет собой несколько параллельных колебательных контуров, настроенных на промежуточную частоту и связанных между собой через конденсаторы малой емкости.

Широкое применение в новых разработках радиоприемников на транзисторах и интегральных микросхемах находят пьезокерамические фильтры типов ФП1П-022, ФП1П-027 и др. Такие фильтры не требуют настройки, их надо только согласовать по входу и выходу.

Радиоприемники с УКВ диапазоном имеют некоторые особенности. Так, в радиоприемниках низкой группы сложности применяется совмещенная схема УПЧ. В ней контуры, настроенные на промежуточную частоту тракта АМ (465 кГц), соединяются последовательно с контурами тракта ЧМ, настроенными на промежуточную частоту 6,5 или 10,7 МГц. Большая разница между резонансными частотами контуров исключает влияние их друг на друга. Усиление осуществляется общими усилительными элементами. В радиоприемниках высокой группы сложности тракты УПЧ АМ и ЧМ разделены, что позволяет обеспечить более высокие качественные показатели.

Характеристика неисправностей. К проверке и ремонту каскадов УПЧ следует приступать после того, как восстановлена работа УЗЧ и детекторного каскада. Неисправности в каскадах УПЧ могут привести к следующим явлениям: отсутствию приема радиостанций на всех диапазонах; отсутствию приема либо только в диапазонах ДВ, СВ, КВ либо в диапазоне УКВ (в радиоприемниках с раздельными трактами усиления сигналов АМ и ЧМ); слабому или искаженному приему радиостанций и др.

Если *отсутствует прием во всех диапазонах*, а усилитель ПЧ для АМ- и ЧМ-трактов совмещенный, то неисправность может быть вызвана выходом из строя усилительных элементов, обрывом контурных катушек, пьезокерамических фильтров, пробоем конденсаторов. Плохая избирательность радиоприемника обусловливается расстройкой контуров усилителя ПЧ.

Отыскание неисправностей в каскадах УПЧ необходимо начинать с внешнего осмотра всех элементов и паек, проверить напряжение питания. Если никаких внешних признаков неисправности не найдено, то следует приступить к проверке режимов работы транзисторов, микросхем. Для покаскадной проверки прохождения сигнала применяют радиочастотный генератор АМ- или ЧМ-сигналов в зависимости от того, какой тракт УПЧ проверяют.

Сигнал генератора с амплитудой, соответствующей чувствительности УПЧ, через разделительный конденсатор емкостью 0,01—0,1 мкФ подают последовательно на входы каскадов усилителя ПЧ, начиная со входа последнего каскада и кончая входом преобразователя частоты. К нагрузке детектора подключают осциллограф и по форме и амплитуде сигнала судят об исправности или неисправности того или иного каскада. В усилителях ПЧ, имеющих систему регулировки ширины полосы пропускания, неисправности в этих цепях также могут вызвать полное отсутствие приема радиостанций или отсутствие расширения полосы пропускания. Причинами могут быть нарушения контактов в переключателе полосы пропускания.

Причиной *очень слабого приема радиостанций* может быть расстройка контуров фильтров ПЧ. Прием, сопровождающийся сильными искажениями, может быть вызван нарушением работы схемы АРУ или возбуждением каскадов тракта усилителя ПЧ.

Самовозбуждение в каскадах УПЧ проявляется в виде шумов, свистов и прерывистой генерации, сопровождающих прием радиовещательных станций. Подобная неисправность может произойти из-за расстройки последнего фильтра ПЧ или первого и последнего контуров ФСС, а также вследствие нарушения экранировки контуров.

Причиной самовозбуждения может быть, кроме того, наличие обратной связи через проходную емкость транзистора. Для нейтрализации внутренних обратных связей через емкость (база — коллектор) в схему часто включают нейтрализующие конденсаторы. Поэтому при наличии самовозбуждения в каскадах УПЧ необходимо прежде всего проверить исправность этих конденсаторов. Кроме того,

следует тщательно проверить мотнаж усилителя, заземление экранов, правильность включения катушек фильтров и конденсаторов развязки.

При замене элементов в каскадах УПЧ нужно соблюдать осторожность, особенно при пайке транзисторов, микросхем и контурных катушек. Катушки индуктивности, выполненные на полистироловых каркасах, как правило, не выдерживают перегрева паяльником. Расплавление каркаса, его коробление, затекание припоя и флюса могут привести к ухудшению добротности контуров. В результате снижаются чувствительность и избирательность радиоприемника.

11.6. НЕИСПРАВНОСТИ БЛОКА РАДИОЧАСТОТЫ

Общие сведения. Радиочастотная часть приемников низкой группы сложности состоит из контуров входных цепей, контуров гетеродина и преобразовательного каскада.

Входные цепи включают колебательные контуры, которые позволяют осуществить предварительную селекцию принимаемого сигнала. В качестве колебательных систем во входных цепях применяют как одиночные контуры, так и различные системы связанных контуров. Наиболее распространена в радиовещательных приемниках благодаря простоте и хорошим характеристикам входная цепь с индуктивной связью. Настроенные контуры входной цепи повышают избирательность радиоприемника и ослабляют помехи по зеркальному каналу.

На входе радиоприемников первой и высшей групп сложности для расширения полосы пропускания радиочастотного тракта при одновременном обеспечении хорошей избирательности входной цепи применяют более сложные системы — двухконтурные полосовые фильтры. В этих приемниках между входными цепями и преобразователем частоты имеется еще и каскад усиления радиочастоты. В нем применяются такие же транзисторы, как и в усилителях промежуточной частоты. Усилитель радиочастоты служит для повышения чувствительности и лучшего подавления помех.

Преобразователь частоты служит для преобразования модулированного напряжения радиочастоты принимаемых сигналов в напряжение промежуточной частоты без изменения характера и вида модуляции. Преобразователь частоты состоит из смесителя и гетеродина.

Гетеродин — неотъемлемая часть любого преобразовательного каскада. При настройке радиоприемника на разные радиовещательные станции частота гетеродина должна всегда отличаться от принимаемой на одно и то же значение, равное выбранному значению промежуточной частоты.

Следовательно, гетеродин как маломощный генератор с самовозбуждением вырабатывает колебания радиочастоты, отличающиеся от частоты принимаемого радиоприемником сигнала на промежуточную частоту. Схема и режим работы гетеродина выбираются

такими, чтобы он устойчиво генерировал колебания в заданном диапазоне частот и давал необходимое напряжение, при этом генерируемые колебания должны быть достаточно стабильными и содержать минимальное количество гармоник. При «уходе» частоты гетеродина от своего номинального значения появляются искажения принимаемого сигнала, снижение громкости, а на КВ диапазоне — полное пропадание принимаемой радиостанции.

Для стабилизации частоты гетеродина, которая при работе радиоприемника меняет свое значение из-за колебаний питающего напряжения, прогрева радиоэлементов и по ряду других причин, принимают специальные меры. Во всех элементах колебательных контуров в качестве диэлектрика применяют высокоизоляционные материалы (керамику, полистирол) с малыми потерями. Контуры гетеродина должны иметь высокую добротность. Монтаж производится так, чтобы свести к минимуму паразитные емкости.

Для компенсации температурных изменений параметров контура гетеродина в его цепь включают термокомпенсирующие конденсаторы. Значение их емкости при колебаниях температуры изменяется в сторону, противоположную изменению емкости основного конденсатора контура. Использование термокомпенсирующих конденсаторов позволяет одновременно добиваться и компенсации «ухода» резонансной частоты, происходящего из-за изменения параметров катушки индуктивности гетеродина при колебании температуры.

Наиболее широкое распространение получили гетеродины с трансформаторной и автотрансформаторной связью. В некоторых моделях радиоприемников смеситель и гетеродин выполняют на одном транзисторе по так называемой совмещенной схеме. Обычно так выполняются схемы радиоприемников низкой группы сложности, рассчитанные на прием ДВ и СВ радиостанций. Радиоприемники, у которых гетеродин и смеситель собираются на отдельных транзисторах, работают более стабильно. Устойчивая генерация гетеродина достигается применением транзисторов с высокими граничными частотами, например КТ315, КТ368 и др.

Работа преобразователя частоты в значительной степени определяет основные показатели супергетеродинного приемника. Этот каскад, кроме превращения сигнала радиочастоты в сигнал промежуточной частоты, еще и усиливает его. Коэффициент усиления зависит от параметров лампы или транзистора, качества нагрузки, а также амплитуды напряжения, подводимого от гетеродина. Важным показателем работы преобразователя является устойчивость, которая определяется отсутствием самовозбуждения. В преобразовательном каскаде важно устранение связи между цепями приходящих сигналов и цепями гетеродина. Обычно и в тех и в других цепях имеются резонансные контуры. При наличии связи они влияют один на другой, в результате нарушается их правильная настройка и ухудшается стабильность частоты гетеродина.

В блоках УКВ используются два транзистора и два резонансных контура с емкостной или индуктивной настройкой. В отдельных моделях радиоприемников используется микросхема, например серии

9 Зак. 1895

К237, осуществляющая генерирование колебаний, преобразование и усиление сигналов промежуточной частоты.

Настройка сопряженных контуров усилителя РЧ и гетеродина на принимаемую радиостанцию производится блоком КПЕ или агрегатом переменных индуктивностей. В новых моделях радиоприемников высокой группы сложности осуществляется электрическая настройка блока УКВ с помощью варикапных матриц.

Кроме обычных мер, повышающих стабильность частоты гетеродина, в блоке УКВ применяется система автоматической подстройки частоты. При отклонении частоты гетеродина от номинального значения изменяется преобразованная частота сигнала и на выходе частотного детектора радиоприемника появляется постоянное напряжение, значение и знак которого определяются значением и знаком отклонения частоты гетеродина. Емкость варикапа изменяется в зависимости от значения приложенного запирающего напряжения. Этим и достигается подстройка частоты гетеродина.

Характеристика неисправностей. Неисправности блока радиочастоты могут вызвать отсутствие приема радиостанций на одном, нескольких или на всех диапазонах, ухудшение приема из-за уменьшения чувствительности на одном или нескольких диапазонах, помехи и треск, сопровождающие настройку радиоприемника и переключение диапазонов.

Причиной *отсутствия приема на одном или нескольких диапазонах* может быть обрыв или нарушение контакта в переключателе диапазонов, выход из строя транзистора гетеродина, обрыв контурной катушки входного контура, контура усилителя РЧ или гетеродинного контура, замыкание пластин в блоке КПЕ. Замыкание между пластинами ротора и статора блока КПЕ может происходить при перестройке по всему диапазону или на отдельных участках. При этом при повороте ручки настройки прослушивается сильный треск.

При проверке и ремонте радиочастотного тракта радиоприемника могут встречаться неисправности, определение которых требует достаточных навыков. К сложным неисправностям относятся *отсутствие* или *срыв колебаний гетеродина*, а также *генерация частот*, отличающихся от требуемых. Причиной срыва генерации гетеродина могут быть неисправность одного из конденсаторов в контуре гетеродина, нарушение режима работы транзистора гетеродина и дефекты монтажа.

Убедиться в наличии генерации гетеродина при исправном смесителе можно по прослушиванию в головке громкоговорителя характерного шипящего звука или щелчка в момент прикосновения отвертки к выводам статора гетеродинной секции блока КПЕ. Проверить наличие генерации можно подключением электронного вольтметра параллельно конденсатору блока КПЕ контура гетеродина. Проверка колебаний гетеродина и их амплитуды производится в середине и на краях диапазона. Напряжение гетеродина в различных радиоприемниках неодинаково.

Причины *неисправностей, встречающихся в каскадах блока УКВ*, в основном аналогичны вышерассмотренным. Однако прежде чем приступить к отысканию неисправностей в блоке УКВ, необходимо удостовериться в исправности усилителя промежуточной частоты и частотного детектора.

Поиск неисправности блока УКВ следует начинать с внешнего осмотра монтажа и соединительных проводников, проверки наличия напряжения питания, исправности колебательных контуров, надежности электрических соединителей. Затем, если внешний осмотр не выявляет причины неисправности, проверяют блок на прохождение сигнала по каскадам и режимы работы транзисторов или микросхем, входящих в него.

После устранения неисправности в блоке радиочастоты необходимо проверить правильность его настройки и качество работы радиоприемника.

11.7. НЕИСПРАВНОСТИ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО ТРАКТА

В стереофоническом тракте дополнительным блоком является стереодекодер, предназначенный для выделения сигналов А и В из комплексного стереосигнала, передаваемого методом полярной модуляции. Остальные каскады (блок УКВ, усилитель промежуточной частоты и частотный детектор) являются общими для приема как монофонических, так и стереофонических передач. Поэтому к отысканию неисправности в стереофоническом тракте приступают, убедившись в исправности всех каскадов радиоприемника при приеме без искажений в диапазоне УКВ в режиме «Моно».

Отсутствие стереоприема при наличии стереопередачи может быть вызвано неисправностью блока стереодекодера, неисправностями цепей, по которым на блок стереодекодера поступает питание или сигнал звуковой частоты с частотного детектора.

Иногда стереоэффект отсутствует, хотя напряжение питания на стереодекодере есть и сигнал поступает. Причиной данной неисправности может быть неправильная настройка первого контура стереодекодера или разбалансировка полярного детектора.

Когда при включенной клавише «Стерео» не работает один канал, а стереоиндикатор показывает наличие стереопередачи, то следует проверить исправность переключателя «Моно — Стерео» и диодов полярного детектора. Кроме них, проверке подлежат цепи автоматического переключения с режима «Моно» на режим «Стерео», а также отсутствие обрыва выводов вторичной обмотки трансформатора фильтра надтональных частот.

Если стереофонические передачи принимаются как монофонические и лампочка стереоиндикатора не работает, то причинами могут быть короткое замыкание во входной цепи стереоиндикатора, неисправность разделительного конденсатора или первого транзистора стереоиндикатора, нарушение монтажа или неисправность транзистора в каскаде усиления надтональных частот стереодекодера, а также обрыв первичной обмотки трансформатора фильтра надтональных частот.

Недостаточное разделение стереоканалов, выражающееся в отсутствии стереоэффекта и локализации звука, может быть вызвано разбалансировкой полярного детектора или уменьшением коэффициента усиления одного из каскадов в тракте разностных сигналов (А — В).

При отсутствии свечения лампочки стереоиндикатора следует прежде всего проверить саму лампочку. Другими причинами могут быть выход из строя выпрямительного диода, неисправность транзистора в каскаде стереоиндикации или монтажа. Если лампочка стереоиндикатора ярко светит при отсутствии стереопередачи, то неисправен выходной транзистор или велик его начальный ток.

Работа стереофонического тракта может быть нарушена также вследствие неисправности тракта промежуточной частоты, узкой полосы пропускания, расстройки контуров частотного детектора и др.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите способы проверки радиоприемников на прохождение сигнала.
2. Какова последовательность отыскания неисправности с помощью измерительных приборов?
3. Какие неисправности источника питания вызывают увеличение фона на выходе радиоприемника?
4. Перечислите признаки неисправностей усилителей звуковой частоты?
5. Как определить исправность детектора и цепей АРУ?
6. Какие характерные неисправности встречаются в усилителях промежуточной частоты? Каким образом их устраняют?
7. Каковы признаки неисправностей блока радиочастоты?
8. Как проверить работоспособность гетеродина?
9. От чего зависит стабильность частоты гетеродина?
10. Каковы признаки неисправностей стереофонического тракта?

ГЛАВА 12

РЕГУЛИРОВКА И НАСТРОЙКА РАДИОПРИЕМНИКОВ

12.1. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Выпрямительные устройства — основной источник питания сетевых радиовещательных приемников. Надежная работа радиоприемника во многом зависит от нормальной работы выпрямителя и стабилизатора и соответствия их выходных параметров заданным техническими условиями (ТУ).

Конструктивно выпрямители часто размещают на одном шасси с радиоприемником. Проверка работы выпрямителя в данном случае производится при измерении режимов ламп, транзисторов радиоприемника. При блочной аппаратуре выпрямитель выполняется в виде отдельного блока питания.

Основные параметры, характеризующие работу выпрямителя, следующие: *выпрямленное напряжение, коэффициент пульсаций, ток нагрузки.* Большинство выпрямителей не требует сложной регулировки, если сборка и монтаж выполнены правильно и не повреждены элементы и компоненты монтажа.

Если в процессе контроля окажется, что выпрямленное напряжение, коэффициент пульсаций и нагрузочная характеристика не соответствуют техническим условиям, производят регулировку схемы выпрямителя и стабилизатора, в процессе которой получают требуемые значения параметров.

Вначале с особой тщательностью проверяют расположение проводов высокого напряжения и надежность их электрического контакта с элементами схемы. Нормальное напряжение питания устанавливается включением радиоприемника в сеть переменного тока через трансформатор типа ЛАТР-2. Для измерения напряжений чаще всего используют приборы типа Ц-4324.

Напряжения выпрямителя измеряются последовательно: сначала переменное, затем постоянное. Переменное напряжение проверяется в первичной и вторичной обмотках трансформатора вольтметром переменного тока с необходимыми пределами измерения; напряжение накала ламп (в ламповых радиоприемниках) измеряется вольтметром переменного тока с пределом 10 В. При наличии этих напряжений измеряют напряжение постоянного тока на выходе выпрямителя, т. е. между положительным полюсом конденсатора фильтра и корпусом.

Если все напряжения находятся в допустимых пределах, можно начинать измерение напряжения пульсации. При питании аппаратуры от сети переменного тока особое значение приобретает

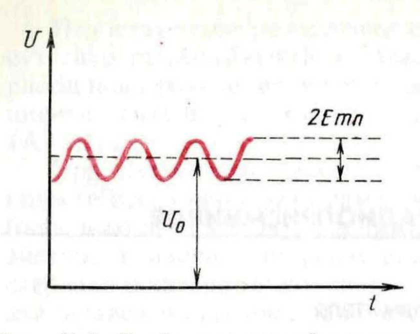


Рис. 12.1. График пульсаций выпрямленного напряжения

фильтрация выпрямленного напряжения, так как недостаточное сглаживание приводит к появлению фона переменного тока. Все выпрямители дают на выходной нагрузке пульсирующее постоянное напряжение (рис. 12.1) Основная частота пульсаций в выпрямителях, работающих по двухполупериодной и мостовой схемам, вдвое больше частоты выпрямленного тока и равна ей при однополупериодном выпрямлении.

Таким образом, основной характеристикой фильтра выпрямителя является коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения на его выходе, представляющий собой отношение амплитуды переменной составляющей напряжения к выпрямленному напряжению (в процентах):

$$K_ц = \frac{E_{mn}}{U_0} 100\ \%,$$

где U_0— постоянная составляющая выпрямленного напряжения; E_{mn}— амплитуда переменной составляющей напряжения.

Для БРЭА различного назначения, а также отдельных ее каскадов предусматриваются определенные коэффициенты пульсаций. Так, например, для предварительного каскада усилителя звуковой частоты коэффициент пульсаций не должен превышать 0,002 %.

Чтобы измерить напряжение пульсации и снять нагрузочную характеристику, на выходе выпрямителя (фильтра) в точках *1*, *2* (рис. 12.2) подключают вольтметр постоянного тока, сопротивление нагрузки с последовательно включенным миллиамперметром и электронный вольтметр, которым измеряется напряжение пульсации переменного тока. Электронный вольтметр должен иметь необходимые пределы измерений (амплитуда переменной составляющей может быть в пределах от сотых долей до единиц вольта) и достаточное входное сопротивление.

Измерение тока нагрузки необходимо для снятия нагрузочной или вольт-амперной характеристики выпрямителя. В качестве нагрузки целесообразно применять реостаты, которые позволяют изменять сопротивление нагрузки в пределах, необходимых для получения заданного изменения потребляемого тока. Для снятия нагрузочной характеристики можно пользоваться схемой, приведенной на рис. 12.2, отсоединив от нее электронный вольтметр.

Нагрузочная характеристика выпрямителя (рис. 12.3) показывает зависимость выпрямленного напряжения на нагрузке от потребляемого тока: при увеличении потребляемого тока выпрямленное напряжение уменьшается и наоборот. Это обусловлено увеличением падения напряжения в обмотках трансформатора питания и на дросселе фильтра.

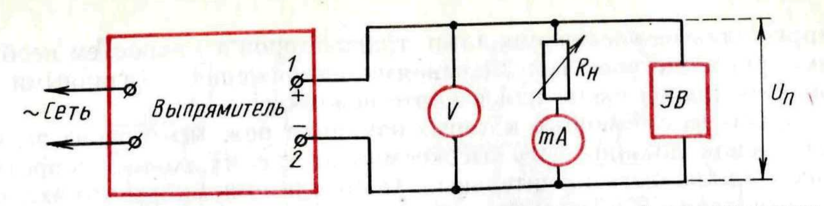


Рис. 12.2. Схема измерения напряжения и снятия нагрузочной характеристики

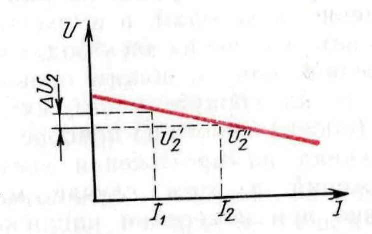


Рис. 12.3. Нагрузочная характеристика выпрямителя

При изменении потребляемого тока от I_1 до I_2 выпрямленное напряжение изменяется от U_2' до U_2''. Величина изменения будет равна разности этих значений:

$$\triangle U_2 = U_2' - U_2''.$$

Максимально допустимый ток нагрузки определяется наибольшим допустимым выпрямленным током. Нормальный ход нагрузочной характеристики свидетельствует об исправности трансформатора и элементов выпрямления.

В процессе регулировки стабилизатора напряжения проверяют электрические режимы работы входящих в него элементов на соответствие номинальным, указанным в схеме. Регулировка компенсационного стабилизатора заключается в проверке отсутствия самовозбуждения, которое может проявляться из-за наличия в схеме элементов усиления и цепей обратной связи. Самовозбуждение обнаруживают просмотром формы выходного напряжения на экране осциллографа, включаемого на выходе стабилизатора.

В переносных радиоприемниках с электронной настройкой, содержащих каскад преобразователя напряжения, при проверке блока питания осуществляют также регулировку выходного напряжения преобразователя напряжения.

12.2. ИЗМЕРЕНИЕ РЕЖИМОВ ЛАМП И ТРАНЗИСТОРОВ

Убедившись в нормальной работе выпрямителя в сетевом радиоприемнике или правильном подключении источника питания в батарейном, переходят к измерению рабочего режима ламп, транзисторов и микросхем. Под **рабочим режимом** понимается совокупность приложенных к электродам постоянных напряжений и проходящих в цепях электродов постоянных токов. При проверке

напряжений на электродах ламп. транзисторов и микросхем необходимо руководствоваться значениями напряжений, указанными на принципиальной схеме или в карте режимов.

Приборы, с помощью которых измеряют режимы в цепях радиоприемников, должны быть высокоомными, т. е. их входное сопротивление должно быть значительным. Необходимо помнить, что входное сопротивление вольтметра должно быть в 5—10 раз больше сопротивления измеряемой цепи.

Сущность проверки режимов ламп и транзисторов (рис. 12.4) заключается в измерении напряжения на всех электродах ламп по отношению к катодам, а в транзисторах — относительно эмиттера. Часто напряжение на электродах измеряется по отношению к корпусу, соединенному с общим проводом. В этом случае лучше всего отыскать на корпусе место, куда можно плотно вставить конец щупа (обозначенного на приборе «—» или «Общ.») так, чтобы он не выскакивал на протяжении всех измерений. Ошибка измерения напряжений в этом случае мала, и ею можно пренебречь, особенно при измерении напряжений на аноде и экранирующей сетке лампы.

При проверке режимов сначала измеряют напряжения смещений на управляющих сетках, так как от этих напряжений зависит режим остальных электродов ламп. Для этого нужны электронные вольтметры постоянного тока с большим входным сопротивлением (10—20 МОм). Если нет электронного вольтметра, то напряжение смещения измеряют на том резисторе, на котором оно выделяется (в цепи катода или в цепи общего минуса). В этом случае можно применять почти любой, даже сравнительно низкоомный, вольтметр.

После проверки и установки правильного смещения измеряют напряжение на экранирующей сетке, а затем на аноде. Проверяя режим работы преобразовательного каскада, следует помнить, что в заводских инструкциях режим лампы указан при работающем гетеродине. После измерения напряжения на электродах ламп при необходимости приступают к измерению токов.

В транзисторных радиоприемниках перед проверкой режимов транзисторов измеряют потребляемый ток при отсутствии входного сигнала (ток покоя). Для измерения тока покоя в разрыв провода между источником питания и схемой радиоприемника включается миллиамперметр постоянного тока и подается номинальное напряжение питания. Регулятор громкости устанавливается в положение минимальной громкости. Значение тока покоя зависит от группы сложности радиоприемника и колеблется от 7—8 мА до 50—60 мА. Конкретное значение тока покоя для каждой модели радиоприемника указывается в инструкции по ремонту.

Измерение режимов транзисторов и интегральных микросхем производится вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 20 кОм/В, чтобы не внести погрешность в измерения. Напряжение смещения на базе можно измерять непосредственно между базой и эмиттером. Ток в цепи коллектора и ток в цепи эмиттера близки, и обычно их принимают примерно одинаковыми.

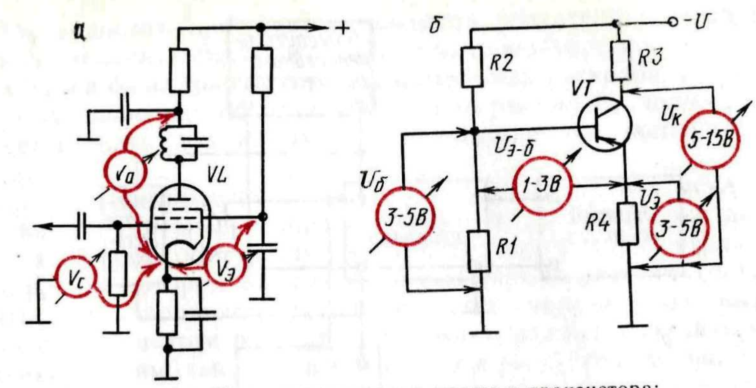


Рис. 12.4. Измерение режимов лампы и транзистора:
а — измерение напряжения в схеме с автоматическим смещением; *б* — измерение режима транзистора в схеме с общим эмиттером

При значительном отклонении измеренных значений напряжений на электродах ламп, транзисторов и выводах микросхем от номинальных значений необходимо произвести подгонку подбором значений сопротивлений соответствующих резисторов.

12.3. РЕГУЛИРОВКА УСИЛИТЕЛЯ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Перед регулировкой усилителя звуковой частоты следует прикоснуться пинцетом к незаземленному гнезду для подключения звукоснимателя или к розетке для подключения внешних источников программ, при этом регулятор громкости должен находиться в положении, соответствующем максимальной громкости. Если усилитель исправен, то в головке громкоговорителя появится сильное гудение.

Хорошо отрегулировать и проверить усилитель можно с помощью специальной контрольно-измерительной аппаратуры. Часто возникает вопрос, как правильно расположить аппаратуру при проверке и налаживании усилителя ЗЧ, поскольку неправильное расположение измерительных приборов способствует возникновению паразитной взаимосвязи, вызывающей помехи (фон переменного тока и генерацию на высших частотах рабочего диапазона). [Приборы располагают на рабочем столе таким образом, чтобы звуковой генератор находился со стороны входа усилителя, а измеритель выходного напряжения, измеритель нелинейных искажений, осциллограф — со стороны его выхода (рис. 12.5).

Необходимо также правильно соединить приборы. Прежде всего соединяют между собой все клеммы, подлежащие заземлению. Клеммы приборов, находящихся со стороны входа, соединяются с клеммой «Земля» входа усилителя, а соответствующие клеммы приборов выхода подключаются к клемме «Земля» выхода усилителя. Затем клеммы «Земля» входа и выхода усилителя соединяют перемычкой. Подключение звукового генератора ко входу усилителя производится экранированным проводом, экранирующая оплетка надежно заземляется.

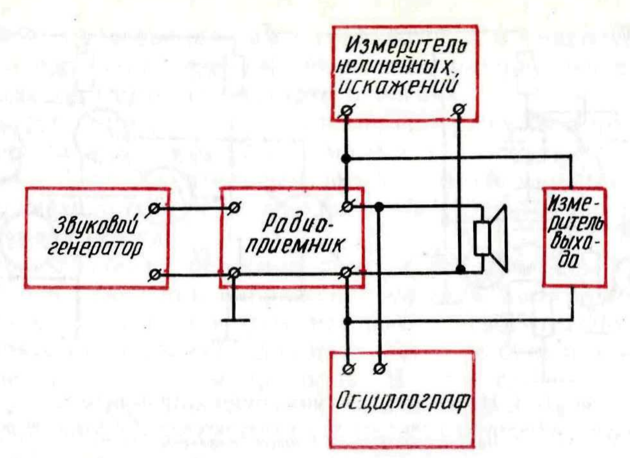


Рис. 12.5. Подключение измерительной аппаратуры при налаживании УЗЧ

Приступая к проверке усилителя, следует убедиться, что нет самовозбуждения, возникающего за счет паразитных связей. Эту проверку производят при отсутствии сигнала на входе усилителя, для чего в проверяемой схеме необходимо отключить звуковой генератор. Затем радиоприемник включают на воспроизведение грамзаписи, а регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления. Если в радиоприемнике имеется регулятор тембра, то проверку производят при различных положениях этого регулятора. При максимальной громкости и любом положении регуляторов тембра усилитель не должен возбуждаться. Возбуждение обнаруживается при появлении в головке громкоговорителя прерывистого звука или свистов различного тона, а также по показаниям измерительной аппаратуры. Кроме самовозбуждения, в усилителе может появиться фон переменного тока. Наличие фона проверяется также при отсутствии сигнала на входе усилителя.

Затем приступают к проверке работы усилителя при подаче сигнала на входе. Для этого ко входу усилителя ЗЧ (гнезда для подключения звукоснимателя или магнитофона) через разделительный конденсатор емкостью 5—10 мкФ подключают звуковой генератор (ГЗ-33 или аналогичный ему прибор). Регулятор громкости и регулятор тембра должны находиться в положении максимального усиления и наибольшей ширины полосы пропускания.

На генераторе устанавливают такой уровень сигналов частотой 1000 Гц, чтобы напряжение на выходе усилителя звуковой частоты соответствовало номинальной мощности. Если на экране осциллографа при этом наблюдается неискаженный сигнал, то значение выходного напряжения звукового генератора является чувствительностью усилителя звуковой частоты и должно соответствовать значению, приведенному в руководстве по эксплуатации и ремонту данной модели радиоприемника.

При недостаточной чувствительности усилителя следует производить покаскадную проверку. Сигнал от генератора последовательно подается на базы транзисторов усилительных каскадов. Полученные при этом значения покаскадной чувствительности должны также соответствовать указанным в руководстве по эксплуатации и ремонту.

После этого проверяют частотную характеристику усилителя и действие регуляторов тембра и громкости. Для проверки действия регулятора громкости от звукового генератора подают сигнал такого уровня, при котором выходное напряжение усилителя (показание электронного вольтметра) соответствует номинальной выходной мощности. При этом регулятор громкости должен находиться в положении максимального усиления. Затем регулятор громкости переводят в положение минимального усиления и замечают показания электронного вольтметра. Отношение напряжения на выходе усилителя, соответствующее номинальной выходной мощности, к напряжению, соответствующему положению минимального усиления регулятора громкости, выраженное в децибелах, характеризует глубину регулировки регулятора громкости.

Громкость воспроизведения при исправном регуляторе должна плавно изменяться от максимума до минимума. Если при вращении регулятора громкости будут прослушиваться треск и шорохи, то такой переменный резистор следует заменить. При минимальной громкости в любом положении регулятора тембра усилитель не должен самовозбуждаться.

Пределы регулирования регуляторов тембра можно определить по амплитудно-частотной характеристике или вычислить по формулам, замерив значения коэффициента усиления (в децибелах) при крайних положениях регуляторов тембра. Пределы регулирования тембра, определяемые по АЧХ, выражают в децибелах с положительным или отрицательным знаком. Минус соответствует завалу, плюс — подъему частотной характеристики на низших и высших частотах рабочего диапазона. Изменение тембра звучания с помощью регуляторов тембра должно быть плавным.

Проверяя частотную характеристику и действия регуляторов тембра и громкости, необходимо следить за тем, чтобы напряжение сигнала на выходе звукового генератора соответствовало 250 мВ. Пределы изменений выходного напряжения при проверке АЧХ и регулировке тембра и громкости в радиоприемниках указываются в инструкции по ремонту.

Как уже отмечалось, в радиоприемниках высокой группы сложности оконечные каскады собираются по двухтактной схеме. Настройку двухтактных выходных каскадов начинают с проверки фазоинверсного каскада. При регулировке этого каскада устанавливают одинаковые значения выходного напряжения, сдвинутые по фазе на 180°. Для этого подбирают значения сопротивлений резисторов в цепях коллектора и эмиттера. Транзисторы, применяемые в двухтактной схеме усилителя мощности, должны иметь одинаковые параметры. Хорошо, если у транзисторов токи коллекторов и коэф-

фициент передачи по току отличаются не более чем на $\pm 10\%$. Если транзисторы не идентичны по параметрам, то приходится регулировать напряжение смещения с помощью резисторов, включенных в базовых цепях. Условием нормальной работы двухтактного оконечного каскада является симметрия его плеч как по постоянному, так и по переменному току.

Если нужно проверить полярность подключения цепи обратной связи, на вход усилителя ЗЧ от звукового генератора подают сигнал частотой 1000 Гц такой величины, при которой значение выходного напряжения было бы примерно вдвое меньше номинального. Затем замыкают накоротко резистор, с которого снимается напряжение обратной связи, и наблюдают за показаниями электронного вольтметра. Если при этом показания вольтметра увеличиваются, значит полярность обратной связи отрицательная (правильная), а если уменьшаются — положительная.

Регулировку тракта УЗЧ стереофонических радиоприемников производят поочередной настройкой каждого канала. При этом следует учитывать, что неидентичность каналов по параметрам, например по форме АЧХ, не должна превышать 2—3 дБ (при соответствующих положениях регуляторов громкости и тембра). Специфическим для стереофонических усилителей измерением является измерение переходных затуханий и пределов регулировки стереобаланса.

Заключительным этапом регулировки УЗЧ является проверка всех его качественных показателей: измерение выходной мощности; снятие частотной характеристики; измерение коэффициента гармонических искажений; проверка пределов регулировки стереобаланса; измерение переходного затухания между каналами и др.

12.4. ФАЗИРОВКА ГОЛОВОК ДИНАМИЧЕСКИХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

От одиночного громкоговорителя независимо от его типа трудно получить качественное воспроизведение высших и низших частот рабочего диапазона. Значительно улучшает звучание применение двух однотипных головок громкоговорителей, резонансные частоты которых отличаются на 20—30 Гц. При этом уменьшается общая неравномерность частотной характеристики, так как подъемы и провалы на характеристиках отдельных головок громкоговорителей не совпадают и частично компенсируют друг друга.

При работе двух и более головок громкоговорителей их диффузоры должны двигаться синфазно (одновременно в одну и ту же сторону), иначе качество и громкость звучания будут хуже, чем при одном громкоговорителе. Это значит, что у громкоговорителей, имеющих один фронт излучения, диффузоры в один и тот же момент должны двигаться в одинаковом направлении. Акустическая система состоит из двух и более головок громкоговорителей. Последние должны быть обязательно сфазированы между собой. Фазировку

головок громкоговорителей можно производить различными способами.

Фазировку с помощью звукового генератора осуществляют, подавая на один из фазируемых громкоговорителей сигнал частотой 100—300 Гц такой величины, чтобы на громкоговорителе развивалась мощность, соответствующая 0,1 от номинальной. После прослушивания звучания поданного сигнала параллельно первому громкоговорителю подключают второй. Если при этом громкость звучания заметно возрастает, то головки громкоговорителей сфазированы правильно. В случае уменьшения громкости звучания необходимо изменить полярность подключения второго громкоговорителя на обратную. Таким же образом параллельно двум сфазированным громкоговорителям подключают поочередно все остальные.

Фазировку головок громкоговорителей в акустических системах можно произвести с помощью тестера. Для этого прибор переводят на самый низкий предел измерения постоянного тока и щупы прибора подключают к выводам звуковой катушки громкоговорителя. Если затем осторожно нажать на диффузор, то при движении звуковой катушки в магнитном поле постоянного магнита в ней появится ток. В зависимости от того, как подключены щупы прибора, стрелка отклонится вправо или влево. Отметив на выводах звуковой катушки полярность включения прибора, те же операции повторяют со вторым громкоговорителем. При параллельном включении головок громкоговорителей соединяют одноименные выводы катушек, а при последовательном — разноименные. Определенная таким образом полярность должна сохраняться и между группами громкоговорителей, соединенными через разделительные конденсаторы и фильтры.

При отсутствии прибора фазировку можно производить с помощью батареи напряжением 1,5—4,5 В. Для этого к выводам звуковой катушки подключают батарею и подбирают такую полярность включения, чтобы диффузоры громкоговорителей двигались в одну сторону. Отметив полярность на выводах громкоговорителей, их соответственно включают в схемы. В сложных акустических системах объемного звучания или двухканального усиления фазировка громкоговорителей усложняется.

Настройку сложных трехполосных акустических систем начинают с проверки их работоспособности путем поочередной подачи сигналов частотой 100, 1000 и 10 000 Гц и напряжением, соответствующим номинальной выходной мощности. При этом громкость звучания на каждой частоте должна быть примерно одинаковой. Отсутствие звука, звучание с пониженной громкостью или искажениями на любой из подаваемых частот указывает на неисправность в разделительном фильтре или в соответствующем громкоговорителе (низко-, средне- или высокочастотном).

После устранения неисправностей и фазировки громкоговорителей (при необходимости) акустическую систему проверяют на отсутствие дребезжания.

12.5. ПРОВЕРКА ЦЕПЕЙ ДЕТЕКТОРА АМ-ТРАКТА

Для детектирования АМ-колебаний в радиоприемниках применяются диоды. Основными показателями работы детекторного каскада являются *коэффициент передачи напряжения* и *степень гармонических искажений*. Обычно в супергетеродинных радиоприемниках коэффициент передачи детекторного каскада составляет 0,6—0,8, а гармонические искажения малы.

В этом каскаде отсутствуют какие-либо настраиваемые элементы, поэтому регулировать каскад не приходится. Если применяемые радиоэлементы исправны и монтаж выполнен правильно, то каскад начинает работать сразу и не нуждается в налаживании.

При необходимости работу детекторного каскада проверяют следующим образом. На вход детектора от генератора через разделительный конденсатор емкостью 0,1 мкФ подают АМ-сигнал частотой 465 кГц, глубиной модуляции 30 % и частотой модуляции 1000 Гц. Плавно изменяя частоту генератора вблизи промежуточной, находят резонанс по максимуму громкости в головке громкоговорителя или по показаниям измерителя выходного напряжения. Регулятор громкости радиоприемника должен находиться в положении максимального усиления.

Если детекторный каскад исправен, то при указанном уровне входного сигнала в головке громкоговорителя должен быть слышен чистый звук с частотой модуляции генератора, а мощность, отдаваемая усилителем,— близкая к номинальной. Если параллельно звуковой катушке громкоговорителя подключен осциллограф, то на его экране должно наблюдаться изображение правильной синусоидальной формы.

12.6. НАСТРОЙКА УСИЛИТЕЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ АМ-ТРАКТА

От работы усилителя промежуточной частоты зависят важные параметры супергетеродинного приемника: *чувствительность, избирательность по соседнему каналу*, а также *качество воспроизведения радиопередач* и *мощность на выходе*. Поэтому настройка усилителя ПЧ должна производиться с особой тщательностью и после того, как проверена работоспособность усилителя звуковой частоты и детектора. Это дает возможность включить на выходе радиоприемника измеритель выходного напряжения для контроля регулировки.

При настройке усилителя ПЧ необходимо исключить влияние АРУ, так как она притупляет настройку. Существуют различные способы исключения действия АРУ. Лучшим из них для схем АРУ с задержкой является тот, при котором напряжение на контуре, к которому подключается детектор АРУ, при настройке не превышает напряжения задержки. В этом случае детектор АРУ закрыт и схема не действует. Для схемы простой АРУ (без задержки) можно рекомендовать увеличение глубины модуляции напряжения

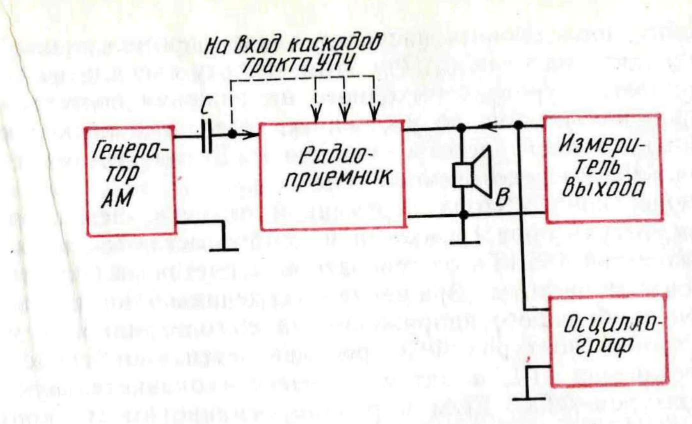


Рис. 12.6. Схема подключения измерительных приборов для настройки тракта УПЧ АМ

промежуточной частоты до 70—90 %. В этом случае настройку можно производить при малых значениях напряжения ПЧ, что исключает перегрузку усилителя. При настройке радиочастотных каскадов радиоприемников можно всегда рекомендовать увеличение глубины модуляции выше 30 %, кроме случая, когда измеряется чувствительность радиоприемника.

Для настройки усилителя ПЧ тракта АМ измерительные приборы подключаются в соответствии со схемой, приведенной на рис. 12.6. Для этого конденсатор переменной емкости устанавливают в положение максимальной емкости, переключатель диапазонов переводят в положение средних волн. На время настройки усилителя ПЧ колебания гетеродина во избежание ложных настроек срывают путем закорачивания контурной катушки гетеродина СВ высокочастотным конденсатором. Регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а регулятор тембра — в положение, соответствующее узкой полосе (завал высших и низших частот). Если в радиоприемнике имеется фильтр, предотвращающий попадание сигналов с промежуточной частотой на вход преобразователя частоты, то на время настройки усилителя ПЧ его следует закоротить.

Настройку усилителя промежуточной частоты начинают с последнего каскада и затем переходят к следующим. Сигнал с генератора частотой 465 кГц, модулированный звуковой частотой 400 или 1000 Гц и глубиной модуляции 60—80 %, через разделительный конденсатор емкостью 0,05 мкФ подается на вход соответствующего каскада. Выходное напряжение генератора устанавливают 250—500 мкВ.

Вращением сердечников контурных катушек добиваются максимального показания вольтметра, подключенного к выходу радиоприемника. Настройку повторяют 2—3 раза, пока настройка соседних контуров не перестанет влиять друг на друга и не будет достигнуто максимальное выходное напряжение.

Настройку последующих каскадов тракта промежуточной частоты производят аналогично. При этом частоту сигнала на генераторе не меняют, а уровень выходного напряжения постепенно, по мере настройки контуров, во избежание перегрузки каскадов усилителя промежуточной частоты уменьшают. Затем переходят к настройке фильтра сосредоточенной селекции.

Положения конденсатора переменной емкости, переключателя диапазонов, регуляторов громкости и тембра остаются прежними. Сигнал с частотой 465 кГц от генератора подается на базу транзистора смесителя частоты. Вращением сердечников контуров ФСС добиваются наибольшего напряжения на выходе радиоприемника. После настройки контуров ФСС рекомендуется вновь подстроить контуры усилителя ПЧ, а затем произвести окончательную подстройку контуров ФСС. Если в радиоприемнике вместо контуров ФСС применен пьезокерамический фильтр, то, кроме подстройки контура первого каскада усилителя промежуточной частоты, настраивают контур, согласующий пьезокерамический фильтр с коллекторной цепью транзистора. Чувствительность с базы транзистора смесителя частоты должна быть не меньше указанной либо в инструкции по ремонту, либо на принципиальной схеме радиоприемника.

Следует отметить, что контроль настройки усилителя промежуточной частоты можно также производить по показаниям индикатора точной настройки радиоприемника или милливольтметра, подключенного к эмиттерной цепи транзистора одного из каскадов, в котором осуществляется режимная регулировка усиления под действием системы АРУ. В этом случае по мере настройки контуров усилителя промежуточной частоты на частоту генератора (465 кГц) увеличивается напряжение на выходе детектора АРУ, что приводит к изменению показаний индикатора точной настройки или милливольтметра. При этом способе исключать влияние АРУ не нужно, оно используется как полезный фактор.

После окончания настройки и регулировки сердечники всех катушек индуктивности должны быть зафиксированы.

12.7. НАСТРОЙКА БЛОКА РАДИОЧАСТОТЫ

Блок радиочастоты содержит преобразовательный каскад, усилитель радиочастоты и входные цепи. Проверку и регулировку блока радиочастоты можно разбить на три этапа: проверка генерации гетеродина; укладка диапазонов; сопряжение входных и гетеродинных контуров.

Приступая к настройке контуров гетеродина, следует выяснить последовательность настройки по диапазонам. В некоторых радиоприемниках контурные катушки средневолнового диапазона являются частью катушек длинноволнового диапазона. В этом случае настройку нужно начинать со средневолнового диапазона. В большинстве радиоприемников применяют такую схему переключения диапазонов, которая обеспечивает независимую настройку каждого из них. Поэтому последовательность настройки в этом случае может быть любая.

Проверка генерации гетеродина. Перед настройкой необходимо убедиться в том, что гетеродин генерирует на частотах, соответствующих каждому диапазону. Для проверки подключают электронный вольтметр к точкам подачи напряжения гетеродина на смесительный каскад. Изменяя емкость КПЕ, необходимо убедиться, что показания вольтметра на всех диапазонах изменяются незначительно. Напряжение гетеродина, при котором преобразование частоты получается наиболее эффективным, находится в пределах 100—200 мВ на всех диапазонах. Форма напряжения, наблюдаемая на экране осциллографа, должна быть чисто синусоидальной.

Рис. 12.7. Схема подключения измерительных приборов для настройки входных цепей с магнитной антенной

Укладка диапазонов. Убедившись в нормальной работе гетеродина, переходят к укладке его диапазонов и производят это по методу двух точек. Сущность этого метода заключается в установке границы верхней частоты (начало диапазона) с помощью подстроечного конденсатора, а затем нижней частоты (конец диапазона) сердечником контурной катушки.

Настройка в диапазонах ДВ и СВ, имеющих внутреннюю магнитную антенну, производится с помощью генератора стандартного поля, который состоит из двух генераторов *1* и экранированной рамочной антенны (рис. 12.7). Рамка антенны изготовляется из трех витков изолированных медных проводов *5* диаметром 0,8 мм, помещенных в медную трубу *4* диаметром 10—12 мм, которая согнута в виде кольца со средним диаметром 250 мм. В верхней части трубы (кольца) имеется зазор *6* шириной 5—10 мм. В корпусе *3* у основания рамочной антенны находятся резисторы R3 и R4, последовательно включенные между незаземленным концом обмотки и внутренними проводниками экранированных коаксиальных кабелей *2*, ведущих к генераторам. Емкость каждого кабеля должна быть 120 пФ.

Сопротивления резисторов R3 и R4 выбирают из условий: R1+R3 и R2+R4 должны быть равны 409 Ом, где R1 и R2 — внутренние сопротивления генераторов.

Радиоприемник при настройке располагается на расстоянии 0,6 м от геометрического центра рамочной антенны. Причем плос-

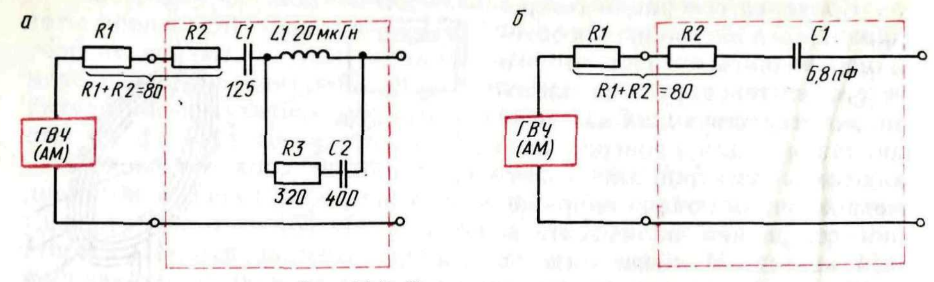


Рис. 12.8. Стандартные эквиваленты антенн:
а — наружной антенны диапазонов ДВ, СВ и КВ; *б* — штыревой антенны диапазона УКВ

кость, в которой расположена рамочная антенна, должна быть перпендикулярна к оси ферритовой антенны радиоприемника.

Для проведения измерений односигнальным методом один из генераторов отключают. Напряженность поля E (в милливольтах на метр), создаваемую генератором поля на расстоянии 0,5 м, определяют по формуле

$$E = 0{,}1\ U,$$

где U — показания генератора, мВ.

Для создания поля напряженностью более 100 мВ/м расстояние между радиоприемником и генератором поля уменьшают до 0,3 м. В этом случае напряженность поля вычисляют по формуле $E = 0{,}8\ U$.

Если укладку частот гетеродина производят без рамочной антенны, то от базы транзистора смесителя необходимо отпаять проводник, соединяющий базу с радиочастотной платой, и через разделительный конденсатор емкостью 0,05 мкФ подать на базу сигнал от генератора.

При настройке радиоприемников в диапазонах ДВ, СВ, не имеющих внутренней магнитной антенны, а также в диапазоне КВ подача сигнала от генератора осуществляется через стандартный эквивалент антенны (рис. 12.8, *а*). Сопротивление резистора R2 выбирают таким, чтобы сумма его и внутреннего сопротивления генератора R1 была равна 80 Ом.

Для настройки радиоприемников в диапазонах ДВ, СВ и КВ, рассчитанных на работу со штыревой антенной высотой 1—1,2 м, пользуются эквивалентом антенны, схема которого приведена на рис. 12.8, *б*. При отсутствии эквивалента антенны в диапазоне КВ сигнал с генератора подается к гнезду внешней антенны через конденсатор емкостью 20—30 пФ или на штыревую антенну через разделительный конденсатор емкостью 6,8—10 пФ.

Укладка диапазона гетеродина ДВ производится следующим образом. Переключатель диапазонов радиоприемника переводят в положение ДВ, блок КПЕ — в положение максимальной емкости. При этом указатель настройки (стрелка) должен совпадать с началом градуировки шкалы радиоприемника. Если совпадения нет, необходимо отрегулировать положение стрелки. Регулятор громкости

устанавливается в положение максимального усиления, а регуляторы тембра — в положение узкой полосы. На рамочную антенну или на базу смесителя подается сигнал от генератора с частотой, равной нижней частоте диапазона ДВ. Вращением подстроечного сердечника контура гетеродина добиваются получения максимального напряжения на выходе радиоприемника, которое контролируется измерителем выхода.

Затем блок КПЕ переводят в положение минимальной емкости, а на генераторе устанавливают верхнюю частоту диапазона ДВ. Укладку диапазона в этой точке производят изменением емкости подстроечного конденсатора гетеродина до получения наибольшего напряжения на выходе радиоприемника. При укладке верхней границы диапазона несколько сбивается настройка нижней. Поэтому указанные операции повторяют 2—3 раза, пока границы диапазона не будут уложены достаточно точно в соответствии со шкалой.

Аналогичным образом укладываются также границы диапазонов СВ и КВ. Однако следует иметь в виду некоторые особенности настройки КВ диапазона. При настройке КВ диапазона сигнал от генератора может прослушиваться в двух местах шкалы настройки. Один из них — основной, а второй — так называемый «зеркальный», лежащий выше основного на 930 кГц. Объясняется это тем, что на КВ диапазоне зеркальный сигнал подавляется значительно хуже и поэтому его можно спутать с основным. Следует помнить, что из двух настроек гетеродина нужно выбрать ту, которая получается при меньшей емкости конденсатора контура или при более вывернутом сердечнике катушки.

Сопряжение входных и гетеродинных контуров. Для получения наилучшей чувствительности и избирательности радиоприемника в диапазоне перестройки необходимо добиться точного сопряжения входных и гетеродинных контуров, т. е. сделать так, чтобы частота настройки гетеродинного контура была больше частоты настройки входного контура на значение промежуточной частоты при любом положении ручки настройки радиоприемника.

При построении входных и гетеродинных контуров по одной и той же схеме и при использовании в них одинаковых секций КПЕ получить точное сопряжение во всем диапазоне принципиально невозможно. Это можно сделать только в одной точке диапазона (обычно на средней частоте). Тогда на границах диапазона ошибка сопряжения может оказаться недопустимо большой. Для уменьшения максимальной ошибки сопряжения в контур гетеродина вводят дополнительные, так называемые «сопрягающие», конденсаторы, включаемые последовательно с КПЕ. На рис. 12.9 слева показан контур входной цепи, справа — контур гетеродина. Конденсатор С3 является сопрягающим. Этот конденсатор обычно постоянной емкости с допустимым отклонением номинальной величины $\pm 5\ \%$.

Схемы гетеродинов, применяемые в радиовещательных приемниках, обеспечивают точное сопряжение настроек входных и гетеродинных контуров в каждом диапазоне только в трех точках: на верхней, средней и нижней частотах диапазона.

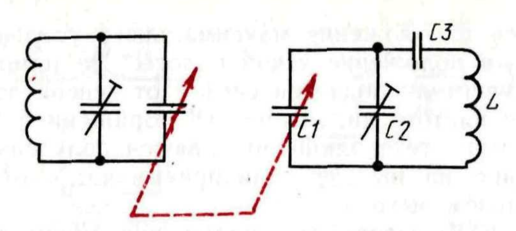


Рис. 12.9. Схема контуров гетеродина и входной цепи

Схемы трехточечного сопряжения применяются обычно на диапазонах ДВ и СВ. В диапазоне КВ применяют двухточечное (на полурастянутых поддиапазонах) или даже одноточечное (на растянутых поддиапазонах) сопряжение. При реализации схемы трехточечного сопряжения в контурах используют по два подстроечных элемента разного типа: подстроечный конденсатор и подстроечный сердечник в контурной катушке. При этом подстроечный конденсатор используется для установки верхней частоты точного сопряжения, а сердечник катушки — нижней. Тогда средняя частота точного сопряжения устанавливается автоматически. На КВ поддиапазонах может использоваться один подстроечный элемент.

Сопряжение контуров нужно производить в расчетных точках, которые для стандартных радиовещательных диапазонов имеют следующие значения.

Диапазоны частот:	Нижняя	Средняя	Верхняя
ДВ, кГц	165	250	380
СВ, кГц	570	1000	1560
КВ, МГц	3,8	—	12,2

Следует отметить, что в отдельных моделях радиоприемников частоты сопряжения могут немного отличаться. Нижняя частота точного сопряжения обычно выбирается на 5—10 % выше минимальной частоты диапазона, а верхняя — на 2—5 % ниже максимальной частоты диапазона.

Настройка ДВ диапазона. Переключатель диапазонов устанавливают в положение ДВ, а ротор блока КПЕ — в положение максимальной емкости. На рамочную антенну от генератора подают сигнал частотой 165 кГц и глубиной модуляции 30 % такого уровня, который обеспечивает напряженность поля на входе радиоприемника, равную его чувствительности. Перемещением катушки входного контура диапазона ДВ по ферритовому стержню антенны добиваются сопряжения в этой точке диапазона по максимуму сигнала на выходе радиоприемника. Передвижение катушки к середине ферритового стержня увеличивает индуктивность, а передвижение катушки к краям стержня — уменьшает. Если катушку входного контура приходится сдвигать на самый край стержня, необходимо уменьшить индуктивность (отмотать несколько витков), а если катушка находится почти на середине стержня, то нужно увеличить индуктивность (добавить несколько витков). Часто причиной плохого сопряжения

является низкое качество ферритового стержня. В радиоприемниках без ферритовой антенны сопряжение на нижней частоте диапазона осуществляется вращением сердечника катушки входного контура до получения максимального сигнала на его выходе. Следует отметить, что если в радиоприемнике имеется усилитель радиочастоты, то аналогичным образом настраивают катушки контуров усилителя радиочастоты.

Наличие точного сопряжения можно проверить с помощью испытательной палочки, представляющей собой изоляционный пруток (или трубку), на одном конце которого закреплен сердечник из феррита, а на другом — из меди. Если сопряжение выполнено правильно, то при поднесении к катушке входного контура любого конца испытательной палочки сигнал на выходе радиоприемника должен уменьшаться. Если при поднесении ферритового сердечника сигнал на выходе радиоприемника растет, то индуктивность входного контура недостаточна и катушку необходимо сдвигать к центру ферритового стержня антенны или ввинчивать сердечник. Если сигнал растет при поднесении медного сердечника, то индуктивность избыточна и следует поступать наоборот.

После сопряжения на нижней частоте диапазона на генераторе устанавливают верхнюю частоту точного сопряжения 380 кГц. Вращением ручки настройки радиоприемника необходимо получить максимальный уровень сигнала на его выходе. Изменяя положение роторов подстроечных конденсаторов входного контура и контура усилителя радиочастоты (если он есть), добиваются точного сопряжения контуров по максимальному уровню сигнала на выходе. Качество выполненной операции проверяют с помощью испытательной палочки по методике, изложенной выше.

Настройка контуров на верхней частоте диапазона может нарушить настройку на нижней частоте. Для повышения точности настройки описанный процесс необходимо повторить в той же последовательности 2—3 раза. Затем катушку входного контура закрепляют на ферритовом стержне антенны и переходят к проверке сопряжения в средней точке диапазона.

Частота точного сопряжения в середине диапазона ДВ для радиоприемников, которые выпускались ранее, составляет 250 кГц. Установив соответственно на генераторе и шкале радиоприемника эту частоту, описанным выше способом проверяют точность градуировки и чувствительность приемника. Если наблюдается провал чувствительности радиоприемника в середине диапазона, необходимо изменить емкость сопрягающего конденсатора, а процесс настройки повторить.

После того, как ДВ диапазон настроен, можно аналогичным образом настроить СВ и КВ диапазоны. Однако, как уже отмечалось, на КВ диапазоне сопряжение достаточно производить в двух точках: на нижней и верхней частотах диапазона. В большинстве радиоприемников диапазон КВ разделен на несколько поддиапазонов. Частоты точного сопряжения (МГц) для поддиапазонов имеют следующие значения.

Поддиапазоны частот	Нижняя	Средняя	Верхняя
КВ-1	3,8	4,83	5,85
КВ-2	5,95	6,15	6,35
КВ-3	7,0	7,2	7,4
КВ-4	8,85	9,13	9,4
КВ-5	11,5	11,85	12,2

Заключительной операцией является настройка фильтра ослабления сигналов с частотой, равной промежуточной. Для этого включают диапазон СВ и с помощью ручки настройки устанавливают стрелку на частоту, ближайшую к промежуточной (510 кГц, нижний конец диапазона). На шкале частот генератора устанавливают частоту 465 кГц при глубине модуляции 30—50 %. Вращая сердечник катушки фильтра, добиваются минимального напряжения на выходе радиоприемника. После окончания настройки все подстроечные сердечники контурных катушек и положения катушек магнитной антенны необходимо зафиксировать.

12.8. НАСТРОЙКА ДЕТЕКТОРА ЧМ-ТРАКТА

Для преобразования частотно-модулированных сигналов в колебания низкой звуковой частоты в УКВ ЧМ-тракте применяется частотный детектор. Основными требованиями, предъявляемыми к частотным детекторам, являются отсутствие гармонических искажений в полосе пропускания, высокая чувствительность и подавление паразитной (сопутствующей) амплитудной модуляции ЧМ-сигнала. Наиболее широко применяется в радиовещательных приемниках схема дробного детектора (детектора отношений).

Дробный детектор выполняется по симметричной и несимметричной схемам (обе широко используются на практике). Достоинством дробного детектора в сравнении с другими схемами частотных детекторов (например, фазовым дискриминатором и др.) является то, что, кроме детектирования ЧМ-сигнала, он подавляет паразитную амплитудную модуляцию.

Настройка и проверка дробного частотного детектора по сравнению с настройкой амплитудного детектора требуют большой тщательности. Для этой цели можно использовать генераторы сигналов типа Г4-70, Г4-102 или TR-0608. Лучше всего настройку производить при помощи генератора качающейся частоты (ГКЧ) типа Х1-7Б или TR-0813, который дает возможность визуально наблюдать за процессом настройки.

Настройка дробного детектора с помощью генератора. Для настройки необходимо выход генератора через разделительный конденсатор емкостью 0,01 мкФ подключить к базе последнего транзистора усилителя ПЧ. Частота на генераторе устанавливается равной промежуточной частоте тракта ЧМ (6,5 или 10,7 МГц) без модуляции. Величина подводимого сигнала указана на принципиальной схеме радиоприемника или в карте режимов. В качестве индикатора настройки применяют высокоомные вольтметры типа В3-38, В3-39, вольтметр постоянного тока типа В7-27 или другие, им подобные, приборы.

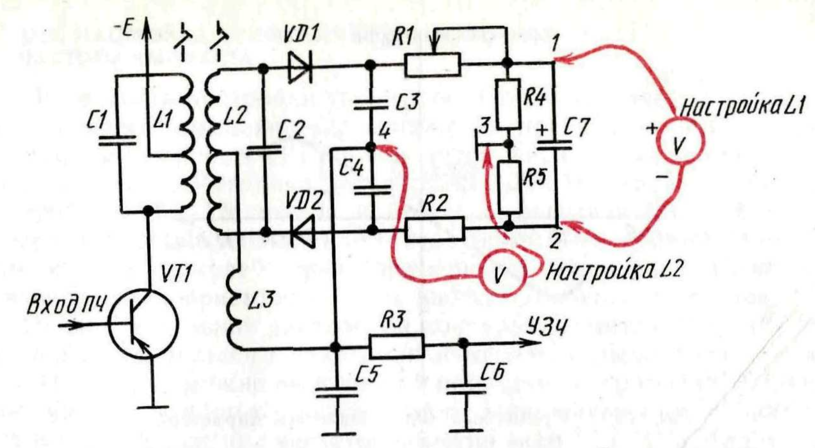


Рис. 12.10. Подключение вольтметров к выходу дробного детектора

Вольтметр постоянного тока при настройке первичного контура подключается параллельно электролитическому конденсатору к точкам *1* и *2* (рис. 12.10), а при настройке вторичного контура — параллельно выходу дробного детектора, т. е. к точкам *4* и *3*.

Вращая сердечник катушки первого контура L1, добиваются максимального показания вольтметра. Признаком точной настройки контура является положение сердечника, при котором дальнейшее вращение вызывает уменьшение показаний вольтметра. Затем переключают вольтметр и переходят к настройке вторичного контура L2 дробного детектора. Вращением сердечника катушки L2 добиваются, чтобы стрелка вольтметра установилась на нуль шкалы. В данном случае признаком точной настройки является такое положение сердечника катушки, нарушение которого в ту или другую сторону приводит к смещению стрелки от нуля. Поочередную настройку первичного и вторичного контуров производят 2—3 раза, пока оба контура не будут точно настроены на промежуточную частоту.

Проверить настройку дробного детектора можно, проверив симметричность его S-образной кривой. Для этого генератор расстраивают в обе стороны от промежуточной частоты на ± 150 кГц (сигнал должен быть немодулированным) и через 15—20 кГц отмечают показания вольтметра постоянного тока, подключенного к выходу дробного детектора. На основании полученных данных строят график статической характеристики детектора (рис. 12.11). При правильной настройке детектора статическая характеристика имеет симметричный вид. Прямолинейный участок характеристики занимает полосу 150—200 кГц, и при расстройке генератора на ± 100 кГц постоянное напряжение на выходе детектора должно быть не менее 0,5 В. Неправильная форма статической характеристики является следствием несимметричности вторичного контура относительно его средней точки. Линейность характеристики и частично ее симметричность достигаются регулировкой подстроечного резистора R1. Если

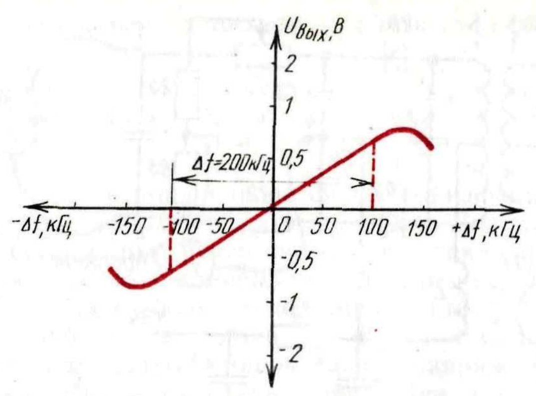


Рис. 12.11. Примерный вид статической характеристики частотного детектора

линейный участок статической характеристики имеет протяженность менее 150 кГц, то надо увеличивать связь между катушками первичного и вторичного контуров. При увеличении линейной части характеристики более 200 кГц необходимо эту связь уменьшить.

Проверка подавления паразитной амплитудной модуляции. Заключительной операцией настройки дробного детектора является проверка и регулировка подавления паразитной АМ. Под подавлением паразитной АМ подразумевают независимость напряжения звуковой частоты на выходе детектора от кратковременных изменений амплитуды поступающего на него ЧМ-напряжения.

При проверке подавления подключение генератора остается прежним. Сигнал с генератора должен быть модулирован частотой 1000 Гц, глубина модуляции 30 %. Регулятор громкости радиоприемника переводят в положение максимального усиления и регулировкой подстроечного резистора R1 добиваются минимального показания измерителя, подключенного на выходе радиоприемника.

Настройка дробного детектора с помощью прибора типа Х1-7Б. Прибор содержит генератор частотно-модулированных колебаний и осциллограф. Радиочастотный выход прибора с делителя 1 : 1 через конденсатор емкостью 100—200 пФ подключают к базе транзистора VT1. Входной кабель прибора присоединяют к выходу дробного детектора. Если детектор исправен, то на экране прибора появится S-образная кривая (частотная характеристика детектора).

Вращением органов управления прибора Х1-7Б устанавливают на его экране частотную кривую, удобную для наблюдения. Настраивая вторичный контур детектора, необходимо совместить центр частотной кривой с отметкой на горизонтальной оси 6,5 МГц (10,7 МГц). Затем, регулируя первичный контур, добиваются симметрии плеч S-образной кривой и одновременно наибольшего размаха прямолинейного участка характеристики.

12.9. НАСТРОЙКА УСИЛИТЕЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ ЧМ-ТРАКТА

От точности настройки усилителя ПЧ ЧМ-тракта в значительной мере зависят гармонические искажения при приеме УКВ станций. Настройка усилителя ПЧ производится после налаживания частотного детектора. Методика регулировки УПЧ ЧМ-тракта аналогична настройке УПЧ АМ-тракта и может осуществляться при помощи генератора ЧМ-колебаний или генератора АМ-колебаний. Индикатором в этом случае служит измеритель выхода, подключенный к выходу радиоприемника или к выходу дробного детектора.

Последовательной настройкой контуров усилителя ПЧ-ЧМ добиваются максимального показания измерителя выходного напряжения. Настройку можно выполнить с помощью генератора ЧМ-колебаний или с помощью вобулоскопа. При настройке с помощью ЧМ-генератора сигнал частотой 6,5 МГц (или 10,7 МГц) без модуляции подают через конденсатор емкостью 0,01 мкФ на базу последнего транзистора усилителя ПЧ. В ламповых схемах сигнал от генератора подается через конденсатор емкостью 100—200 пФ на управляющую сетку последней лампы усилителя ПЧ. Выходное напряжение генератора устанавливают примерно 50—100 мВ.

Вращением сердечников контуров усилителя ПЧ-ЧМ нужно получить максимальные показания измерителя выходного напряжения. Затем сигнал от генератора подключают к базе предыдущего каскада и производят настройку контуров, добиваясь также максимальных показаний измерителя выхода. При этом выходное напряжение генератора по мере настройки контуров в резонанс уменьшают. Для большей точности настройки процесс повторяют 2—3 раза, пока все контуры усилителя ПЧ-ЧМ не будут точно настроены на промежуточную частоту 6,5 МГц или 10,7 МГц (в зависимости от того, какая ПЧ используется в данной модели радиоприемника).

Так производится настройка контуров для получения одногорбых резонансных кривых, т. е. при связи между контурами ниже критической. Если связь в двухконтурных фильтрах выбрана выше критической, то для настройки временно шунтируют ненастраиваемый контур полосового фильтра резистором с сопротивлением 1—3 кОм и конденсатором емкостью 0,1 мкФ.

Заключительным этапом настройки является проверка полосы пропускания всего тракта усилителя промежуточной частоты. Полоса пропускания измеряется на уровне 0,5 и должна составлять не менее 200 кГц. При более узкой полосе ее следует искусственно расширить, шунтируя один или два контура резисторами сопротивлением несколько килоом.

12.10. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА БЛОКА УКВ

В транзисторных блоках УКВ настройка контуров усилителя радиочастоты и гетеродина на принимаемую радиостанцию осуществляется либо конденсаторами переменной емкости (в радио-

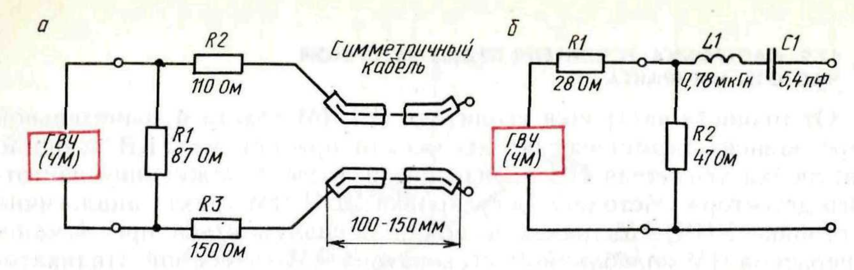


Рис. 12.12. Стандартные эквиваленты антенн диапазона УКВ:
а — наружной; *б* — штыревой

приемниках «Океан-209», «Океан-214»), либо агрегатом переменных индуктивностей («Рига-101», «Рига-102», «Рига-103»). В радиоприемниках «Рига-104», «Ленинград-010-стерео» и других электрическая настройка блока УКВ осуществляется с помощью варикапных матриц.

Независимо от применяемой схемы перестройки контуров регулировка блока УКВ производится в такой последовательности: настраивают фильтр ПЧ преобразователя, контуры гетеродина, усилителя радиочастоты и входной контур. В блоках УКВ с электронной настройкой устанавливают граничные значения управляющих напряжений, подаваемых на варикапные матрицы, соответствующие верхней и нижней частотам диапазона УКВ.

Для настройки фильтра ПЧ в цепь эмиттера транзистора (преобразователя частоты) через конденсатор емкостью 1—3 пФ подают от генератора ЧМ-сигнал промежуточной частоты напряжением 5—10 мВ. К электролитическому конденсатору дробного детектора подключают вольтметр постоянного тока. Вращением сердечников фильтра ПЧ блока УКВ добиваются максимального показания вольтметра.

Затем генератор от входа преобразователя частоты блока УКВ отключают и переходят к укладке границ диапазона частот гетеродина. Генератор в этом случае подключается ко входу блока УКВ через эквивалент антенны. Для стационарных радиоприемников применяется эквивалент антенны, схема которого приведена на рис. 12.12, *а*. Такая схема обеспечивает согласование выхода генератора (75 Ом) со входом радиоприемника (300 Ом). Для радиоприемников со штыревой антенной применяют эквивалент, показанный на рис. 12.12, *б*. Для переносных радиоприемников со встроенными антеннами эквивалентом на средней частоте диапазона УКВ с некоторой погрешностью может служить конденсатор емкостью 5—6 пФ.

С генератора подают сигнал частотой 65 МГц и напряжением 20 мВ. Настроечное устройство блока УКВ устанавливают в положение нижней частоты (максимальная емкость блока КПЕ или максимальная индуктивность вариометра). Вращением подстроечного сердечника катушки индуктивности контура гетеродина добиваются максимального показания вольтметра, подключенного к электролитическому конденсатору дробного детектора. Затем на генераторе

устанавливают частоту 74,0 МГц и настроечное устройство блока УКВ переводят на верхнюю частоту диапазона (минимальная емкость блока КПЕ или минимальная индуктивность вариометра). Регулировкой или подбором (в зависимости от схемы радиоприемника) емкости контура гетеродина добиваются максимального показания вольтметра.

Операции по подстройке частоты гетеродина повторяют 2—3 раза, а затем переходят к настройке контуров усилителя радиочастоты и входного контура. Для настройки усилителя РЧ на генераторе устанавливается частота 66,0 МГц, и на эту частоту настраивается блок УКВ. Вращением подстроечного сердечника катушки индуктивности контура усилителя РЧ добиваются максимального показания вольтметра. После этого генератор и блок УКВ перестраиваются на частоту 73,0 МГц. Подстроечным конденсатором контура усилителя РЧ добиваются также максимального показания вольтметра. Как и при укладке границ диапазона гетеродина, сопряжение настроек контуров усилителя РЧ и гетеродина производится повторением операции подстройки на нижней и верхней частотах сопряжения.

В большинстве схем блок УКВ не имеет непосредственно настраиваемого входного контура. Этот контур рассчитан на всю полосу пропускания блока УКВ и редко нуждается в настройке. При необходимости настройка входного контура производится на средней частоте диапазона 69,5 МГц по максимуму показания вольтметра.

В заключение следует отметить, что правильность настройки тракта ЧМ оценивается проверкой чувствительности и ослабления зеркального канала, которые должны быть не ниже нормы для радиоприемников конкретной группы сложности.

12.11. НАСТРОЙКА СКВОЗНОГО СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО ТРАКТА

Общие сведения. Настройка сквозного стереофонического тракта радиоприемника сводится к регулировке блока стереодекодера и проводится после настройки обоих каналов звуковой частоты и всего тракта УКВ в монофоническом режиме. Для налаживания сквозного стереофонического тракта необходимо подключить контрольно-измерительную аппаратуру согласно структурной схеме, приведенной на рис. 12.13.

При настройке блока стереодекодера регулируют каскад восстановления поднесущей частоты и переходные затухания в каналах на частоте 1000 Гц, проверяют переходные затухания на частотах 250, 1000 и 5000 Гц и работу стереоиндикатора. Следует отметить, что стандартом установлено для радиоприемников, выпущенных после 01.01.86, проверять переходные затухания на частотах 315, 1000 и 6300 Гц.

Основным прибором для настройки и проверки параметров блока стереодекодера является полярный модулятор типа МОД-12. Он вырабатывает выходное напряжение комплексного стереофоническо-

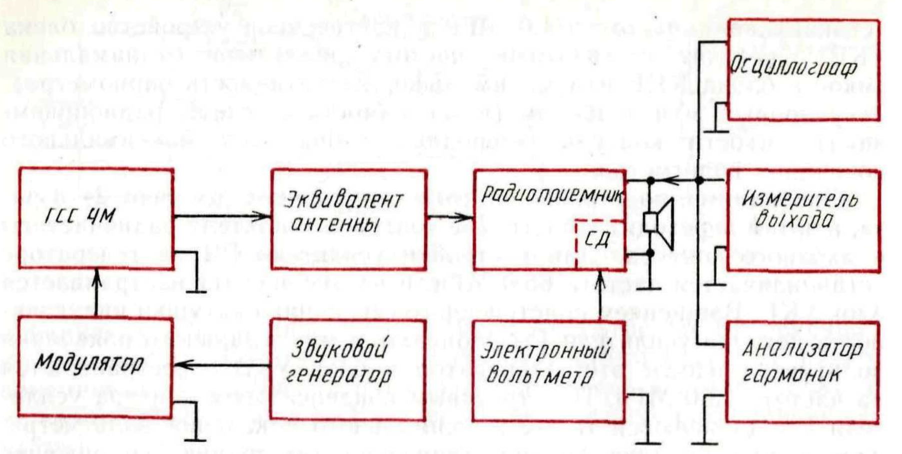


Рис. 12.13. Схема подключения измерительных приборов для настройки сквозного стереофонического тракта

го сигнала или полярно-модулированного колебания, которое регулируется от нуля до нескольких вольт и может подаваться либо на гнезда внешней модуляции генератора ЧМ, либо непосредственно на вход стереодекодера. Полярный модулятор может также использоваться с внешним или внутренним звуковым генератором, обеспечивающим подачу сигнала звуковой частоты в один или оба канала модуляции.

Вначале включают диапазон УКВ радиоприемника и в режиме «Стерео» устанавливают такой уровень сигнала, при котором не будет перегрузки блока стереодекодера. Для этого на антенный вход радиоприемника через эквивалент антенны от генератора ЧМ подается сигнал частотой 70,0 МГц с девиацией 50 кГц при уровне сигнала 1 мВ. Радиоприемник настраивают на этот сигнал в режиме моноприема. При этом регуляторы тембра должны быть установлены в положение широкой полосы, а регулятор громкости — в положение, обеспечивающее на выходе радиоприемника номинальную мощность. Точную настройку на принимаемый сигнал производят по минимуму гармонических искажений.

Регулировка каскада восстановления поднесущей частоты. Переключатель «Частота, кГц» в модуляторе переводят в положение «Внешний генератор», а в генераторе ЧМ устанавливают внешнюю частоту модуляции с девиацией 10 кГц. Радиоприемник включают в режим приема стереопрограмм, а к контрольной точке блока стереодекодера подключают электронный вольтметр переменного тока и осциллограф.

Для настройки системы восстановления поднесущей частоты катушку контура восстановления поднесущей подстраивают на максимум показаний вольтметра. Затем устанавливают необходимую степень восстановления поднесущей частоты (14 дБ). Для этого в модуляторе переключатель «Частота, кГц» устанавливают в поло-

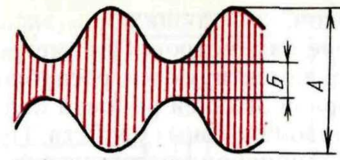


Рис. 12.14. Осциллограмма восстановления поднесущей частоты

жение «1000 Гц», а переключатель «Род работы» — в положение «Σ». Регулировкой подстроечных резисторов блока стереодекодера на экране осциллографа получают осциллограмму, приведенную на рис. 12.14.

Настройка переходных затуханий. Эта операция производится после настройки системы восстановления поднесущей частоты. Осуществляется она на звуковой частоте 1000 Гц, а затем производится измерение переходных затуханий на частотах, оговоренных выше. Для этого в генераторе ЧМ устанавливают девиацию 50 кГц и модулирующую частоту модулятора 1000 Гц. Регулятор стереобаланса радиоприемника переводят в положение, при котором на выходе обоих каналов будет одинаковое напряжение сигнала. После этого переключатель «Род работы» модулятора переводят в положение «А», а анализатор гармоник подсоединяют к выходу правого канала радиоприемника и настраивают его на частоту 1000 Гц. К выходу левого канала радиоприемника подключают электронный вольтметр и регулятором громкости добиваются выходного напряжения канала, равного значению, указанному в заводской инструкции по ремонту. Регулировку переходных затуханий в правом канале осуществляют подстроечным резистором или сердечником катушки (в зависимости от схемы), добиваясь минимальных показаний анализатора гармоник, а вольтметром измеряют напряжение сигнала частотой 1000 Гц, проникающее из левого канала в правый.

Настройку переходных затуханий в левом канале осуществляют аналогично, установив переключатель «Род работы» в модуляторе в положение «В» и подключив вольтметр к выходу правого канала радиоприемника, а анализатор гармоник — к выходу левого канала. Аналогично производят и проверку переходных затуханий в каналах на частотах 300, 5000 и 10 000 Гц.

Проверка работы стереоиндикатора. Осуществляется при включении переключателя «Род работы» модулятора в положение «Внешний генератор» и при внешней модуляции генератора ЧМ с девиацией 40 кГц. При подаче на вход радиоприемника сигнала величиной более 10 мкВ лампочка «Стерео» должна светиться, а при снятии девиации — гаснуть.

12.12. ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Общие сведения. Параметры радиовещательных приемников регламентируются ГОСТ 5651—82 «Устройства радиоприемные бытовые. Общие технические условия». Отремонтированные радиоприемники в период гарантийного обслуживания должны соответствовать требованиям этого стандарта и техническим условиям. Для радио-

приемников, находящихся в эксплуатации более 5 лет, возможно ухудшение параметров. Параметры отремонтированных радиоприемников регламентируются республиканскими стандартами.

Основной задачей ремонта является возвращение радиоприемнику его первоначальных свойств. Поэтому после устранения неисправностей радиоприемник должен быть настроен. Измерение основных параметров позволяет объективно оценить качество его работы. Измерение параметров радиоприемника должно проводиться при номинальном напряжении источника питания с допустимым отклоненением не более ± 2 %.

Некоторые параметры радиоприемника (чувствительность, избирательность и др.) определяются при заданной испытательной (стандартной) выходной мощности 5 или 50 мВт. Для радиоприемников с выходной мощностью 150 мВт и менее стандартной испытательной мощностью является 5 мВт, а при выходной мощности радиоприемников более 150 мВт испытательная мощность — 50 мВт.

Измерение максимальной выходной мощности. Под максимальной выходной мощностью радиоприемника понимается мощность, которая может быть получена на его выходе при заданном значении коэффициента гармоник (не более 10 %). Для определения максимальной выходной мощности (рис. 12.15) необходимо к розетке для подключения внешних источников программ подать от звукового генератора сигнал частотой 1000 Гц. Величина подаваемого сигнала должна соответствовать чувствительности тракта усилителя звуковой частоты.

Затем регулятор громкости устанавливают в положение максимальной громкости, а регулятор тембра — в положение широкой полосы. Напряжение на выходе звукового генератора увеличивают до тех пор, пока коэффициент гармоник не достигнет 10 % или другого заданного ТУ значения. При этом измеряют выходное напряжение радиоприемника измерителем выхода и определяют максимальную выходную мощность по формуле

$$P_{\max} = \frac{U^2_{вых}}{R_н},$$

где $P_{\max}$— максимальная выходная мощность, Вт; $U_{вых}$— выходное напряжение радиоприемника, В; $R_н$— сопротивление нагрузки радиоприемника, Ом.

При отсутствии в радиоприемнике специальной розетки для подключения внешних источников программ на вход радиоприемника в диапазоне СВ подают радиочастотный сигнал частотой 1000 кГц и глубиной модуляции 80 %. Регуляторы тембра устанавливают в положение широкой полосы, а регулятором громкости увеличивают напряжение на выходе до тех пор, пока коэффициент гармоник не достигнет значения 10%. При этом измеряют выходное напряжение радиоприемника и определяют выходную мощность.

Измерение коэффициента гармонических искажений. Измерения проводят на частоте 200 кГц в диапазоне ДВ, 1000 кГц — в диапазоне СВ и 69 МГц — в диапазоне УКВ.

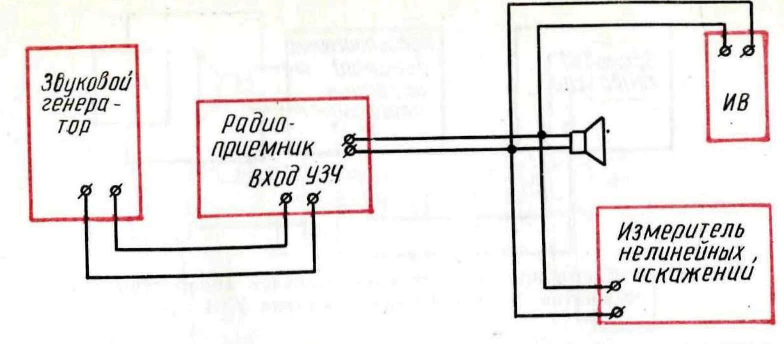


Рис. 12.15. Схема подключения измерительных приборов для измерения выходной мощности радиоприемника

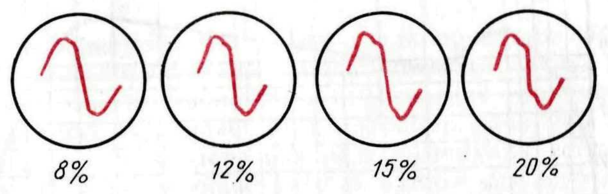


Рис. 12.16. Вид искаженной синусоиды при различных значениях коэффициента гармоник

На вход радиоприемника с генератора подается сигнал, модулированный частотой 1000 Гц, с глубиной модуляции 80 % (для тракта АМ) и 100 % (для тракта ЧМ). Регулятор громкости устанавливают в положение, соответствующее номинальной мощности радиоприемника, а регулятор тембра переводят в положение, соответствующее широкой полосе пропускания. Затем с помощью измерителя нелинейных искажений на каждой заданной частоте определяют коэффициент гармоник на выходе радиоприемника.

При отсутствии измерителя нелинейных искажений приближенную оценку коэффициента гармонических искажений можно определить по показаниям осциллографа. На рис. 12.16 приведены осциллограммы синусоидального напряжения при различных значениях коэффициента гармонических искажений. Искажения, превышающие 7 %, становятся заметными на глаз.

Снятие частотной характеристики усилителя ЗЧ. Амплитудно-частотная характеристика определяет зависимость напряжения на выходе усилителя ЗЧ радиоприемника от частоты входного сигнала. Схема соединения измерительной аппаратуры для снятия АЧХ приведена на рис. 12.17.

На вход усилителя ЗЧ подается сигнал частотой 400 или 1000 Гц от звукового генератора. Регулятор громкости устанавливают в положение наибольшего усиления, а регулятор тембра — в положение пропускания полной полосы частот. Величину сигнала звукового генератора подбирают такой, чтобы на выходе радиоприемника получалось напряжение, соответствующее выходной мощ-

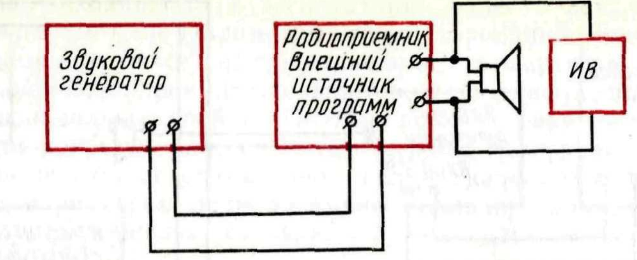


Рис. 12.17. Схема подключения измерительной аппаратуры для снятия частотной характеристики УЗЧ

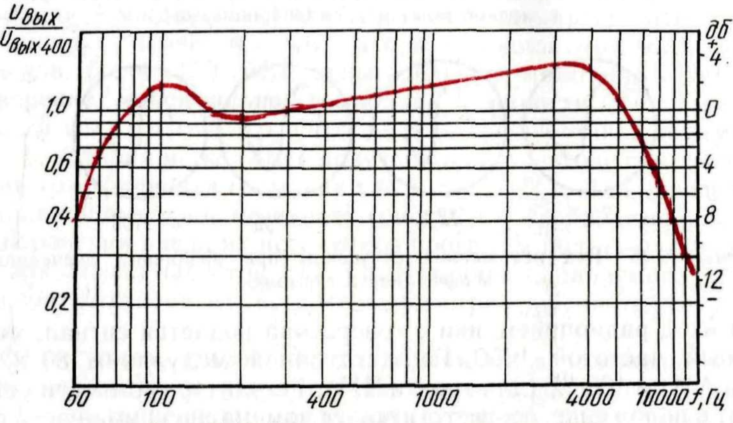


Рис. 12.18. Частотная характеристика УЗЧ

ности 5 или 50 мВт (в зависимости от номинальной выходной мощности радиоприемника). Затем, поддерживая сигнал на выходе звукового генератора постоянным, изменяют частоту генератора в пределах всей пропускаемой усилителем полосы частот (например, 40—10 000 Гц) и отмечают значения выходного напряжения радиоприемника на отдельных частотах: 60; 100; 200; 400; 1000; 2000; 3000 Гц и т. д. Выходное напряжение, измеренное на частоте 400 или 1000 Гц (например, $U_{вых\ 400}$), принимается за единицу, и для каждой частоты подсчитывается отношение $U_{вых}/U_{вых\ 400}$.

По полученным данным строят график (рис. 12.18), где по горизонтальной оси откладывают частоты, а по вертикальной — отношение выходных напряжений. При построении графика вертикальную ось можно градуировать в децибелах. Тогда значение выходного напряжения, полученное на частоте 400 Гц, принимается за нулевой уровень. Вверх от него откладываются положительные значения уровня, а вниз — отрицательные.

Проверка диапазона принимаемых частот (рис. 12.19). Для определения границ каждого диапазона на вход радиоприемника через эквивалент антенны подают от генератора радиочастоты модулированный сигнал с глубиной модуляции 30 % и частотой,

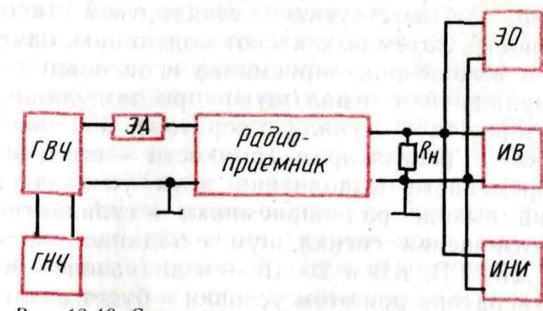


Рис. 12.19. Схема подключения измерительной аппаратуры для проверки основных параметров радиоприемника

близкой к проверяемой. На выходе радиоприемника к звуковой катушке громкоговорителя подключается измеритель выходного напряжения. Проверку начинают с определения граничных частот на всех диапазонах радиоприемника, например начиная с диапазона ДВ. Указатель частоты настройки радиоприемника устанавливают в положение, соответствующее высшей частоте данного диапазона. Если в радиоприемнике имеется регулятор полосы пропускания тракта ПЧ, то его переводят в положение «Узкая полоса». Регулятор тембра также устанавливают в положение, соответствующее узкой полосе пропускания, а регулятор громкости — в положение максимального усиления.

Затем подстраивают частоту генератора до тех пор, пока на выходе радиоприемника не будет получено напряжение, соответствующее стандартной выходной мощности. Определив частоту по шкале генератора, указатель настройки частоты радиоприемника переводят в положение, соответствующее минимальной частоте данного диапазона, и подстраивают частоту генератора до получения вновь напряжения, соответствующего стандартной выходной мощности. По шкале генератора определяют частоту настройки в данной точке диапазона. Таким же образом производится проверка границ всех остальных диапазонов радиоприемника. При отсутствии эквивалента антенны можно воспользоваться конденсатором емкостью 200 пФ на диапазонах ДВ и СВ и резистором сопротивлением 300 Ом на диапазоне КВ.

Измерение реальной и максимальной чувствительности (рис. 12.19). *Реальную чувствительность* проверяют на средней частоте каждого диапазона. На вход радиоприемника через эквивалент антенны подают радиочастотный сигнал от генератора, модулированный частотой 1000 Гц, с глубиной модуляции 30 % и напряжением, соответствующим чувствительности данного диапазона. Ручкой настройки радиоприемника добиваются максимального показания измерителя выхода. Регуляторы тембра и ширины полосы пропускания должны находиться в положении, соответствующем максимальному усилению.

10 Зак. 1895

Регулятором громкости устанавливают на выходе радиоприемника напряжение, соответствующее стандартной (испытательной) выходной мощности. Затем выключают модуляцию, измеряют напряжение шума на выходе радиоприемника и оценивают соотношение выходных напряжений (сигнал/шум) при модуляции и без нее.

Изменяя напряжение сигнала генератора, подаваемого на вход радиоприемника, а регулятором громкости — его усиление, добиваются одновременного выполнения двух условий: соответствия напряжения на выходе радиоприемника — стандартной выходной мощности, а отношения сигнал/шум — заданной величине 20 дБ в диапазонах ДВ, СВ, КВ и 26 дБ — в диапазоне УКВ. Выходное напряжение генератора при этом условии и будет реальной чувствительностью радиоприемника.

Максимальную чувствительность измеряют аналогичным образом. При данном измерении регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а регуляторы тембра и ширины полосы пропускания — в положение, соответствующее самой узкой полосе.

Затем определяют минимальное выходное напряжение, обеспечивающее заданную выходную мощность. При этом фиксируют отношение сигнал/шум на выходе радиоприемника, которое должно быть не менее 3 дБ. Если оно оказывается меньше, то максимальную чувствительность определяют при положении регулятора громкости, соответствующем отношению сигнал/шум, равному 3 дБ.

Измерение чувствительности радиоприемника, имеющего внутреннюю ферритовую антенну, производится так же, как и измерение чувствительности радиоприемника с внешней антенной. Разница состоит в том, что при работе от внутренней антенны для создания напряжения на входе радиоприемника используют генератор стандартного поля (см. рис. 12.7).

Определение избирательности по соседнему каналу. Избирательность радиоприемника по соседнему каналу определяется как ослабление чувствительности при расстройке его на ±9 кГц. Обычно избирательность определяется на средней частоте диапазона.

Для определения избирательности радиоприемника используется та же схема подключения приборов (рис. 12.19), что и при измерении чувствительности. На вход радиоприемника через эквивалент антенны подключают радиочастотный генератор. На выходе генератора устанавливают уровень сигнала, соответствующий чувствительности радиоприемника. Затем, не меняя положения органов настройки радиоприемника, изменяют частоту генератора от резонансного значения сначала на +9 кГц, а затем на −9 кГц и каждый раз увеличивают выходное напряжение генератора до тех пор, пока напряжение на выходе радиоприемника не достигнет значения, которое соответствует стандартной выходной мощности.

После этого определяют отношение напряжения генератора при расстройке частоты на ±9 кГц к его напряжению при настройке в резонанс. Это отношение, выраженное в децибелах, характеризует избирательность по соседнему каналу.

Определение избирательности по зеркальному каналу. Радиоприемник настраивают на выбранную частоту диапазона и по изложенному выше методу определяют его чувствительность. Затем, не меняя настройки радиоприемника, расстраивают генератор на частоту, равную удвоенной промежуточной частоте (при ПЧ, равной 465 кГц, на 930 кГц). Расстройку следует производить в сторону повышения частоты, если частота гетеродина выше принимаемой, и в сторону уменьшения частоты, если частота гетеродина ниже принимаемой. Затем напряжение сигнала генератора на этой частоте увеличивают до получения нормального выходного напряжения радиоприемника. Отношение напряжения генератора на зеркальной частоте к напряжению, определяющему чувствительность, выраженное в децибелах, является показателем ослабления зеркального канала. Измерение избирательности по зеркальному каналу производится на самой верхней частоте диапазона, так как с увеличением частоты избирательность по зеркальному каналу ухудшается.

Ослабление сигнала промежуточной частоты. Для проверки данного параметра используют ту же измерительную аппаратуру и ту же схему подключения, что и для измерения чувствительности (рис. 12.19). Сначала измеряют чувствительность радиоприемника при точной настройке на частоту сигнала, например на частоте 520 кГц. Затем, не меняя настройки радиоприемника, перестраивают генератор на промежуточную частоту и увеличивают напряжение сигнала до получения прежнего значения выходного напряжения радиоприемника. Отношение напряжения сигнала ПЧ (или близкой к ПЧ) к напряжению сигнала частоты точной настройки, выраженное в децибелах, характеризует величину ослабления сигнала промежуточной частоты. Измерение должно производиться при настройке радиоприемника на частоты, наиболее близкие к промежуточной, т. е. в конце длинноволнового (410 кГц) и в начале средневолнового (520 кГц) диапазонов.

Измерение полосы пропускаемых частот. Сначала измеряют чувствительность радиоприемника при настройке его в резонанс на частоту генератора (см. рис. 12.19). Затем напряжение сигнала на выходе генератора увеличивают с расчетом, чтобы напряжение на выходе радиоприемника возросло в два раза. После этого изменяют частоту генератора в обе стороны от резонансной частоты до тех пор, пока напряжение на выходе радиоприемника не уменьшится до напряжения, соответствующего стандартной выходной мощности. Разность частот крайних настроек генератора при увеличении и уменьшении частоты, выраженная в килогерцах, дает ширину измеряемой полосы пропускания радиочастотным трактом радиоприемника. Если в радиоприемнике имеется регулятор полосы пропускаемых частот, то измерение производят при его крайних положениях.

Определение частотной характеристики всего тракта усиления. Этот параметр определяется путем подачи на вход радиоприемника напряжения сигнала от генератора (через эквивалент антенны), которое модулируется частотой от звукового генератора (рис. 12.19).

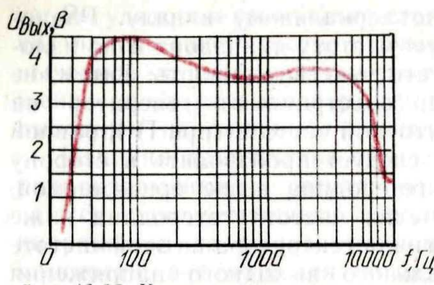


Рис. 12.20. Характеристика верности воспроизведения радиоприемника

Обычно данная проверка производится на средней частоте диапазона, например на частоте 1000 кГц. Значение напряжения сигнала генератора с коэффициентом модуляции 30 % выбирается в 2—3 раза больше, чем напряжение, соответствующее чувствительности радиоприемника. Регулятором громкости устанавливают такое напряжение на выходе радиоприемника, которое соответствует выходной мощности 50 мВт. Регуляторы тембра и полосы пропускания при этом должны быть установлены в положение наиболее широкой полосы пропускания. Затем, не меняя положения органов управления генератора и радиоприемника, изменяют частоту звукового генератора в пределах 50—10 000 Гц и, поддерживая коэффициент модуляции 30 %, снимают зависимость выходного напряжения от частоты модуляции. Отмечая значения выходного напряжения радиоприемника, соответствующие различным частотам (в 10—15 точках диапазона), строят кривую, которая называется кривой верности воспроизведения радиоприемника (рис. 12.20).

Подавление сопутствующей (паразитной) амплитудной модуляции на УКВ ЧМ диапазоне. На вход радиоприемника от ЧМ-генератора подают напряжение, равное по величине чувствительности радиоприемника, модулированное частотой 1000 Гц при девиации частоты ±15 кГц. Радиоприемник настраивают на эту частоту и регулятором громкости на выходе устанавливают напряжение, соответствующее выходной мощности 50 мВт. Затем, не изменяя уровня сигнала, генератор с частотной модуляции переключают на амплитудную с коэффициентом модуляции 30 %.

Отношение выходного напряжения при приеме ЧМ-сигналов к максимальному выходному напряжению при приеме АМ-сигналов, выраженное в децибелах, показывает подавление сопутствующей амплитудной модуляции при точной настройке радиоприемника. Это измерение производят также при расстройке генератора (при АМ-сигнале) относительно частоты 69 МГц в пределах ±50 кГц и определяют подавление сопутствующей амплитудной модуляции при расстройке радиоприемника.

Проверка действия автоматической регулировки усиления (АРУ). Проверка действия АРУ сводится к измерению напряжения на выходе радиоприемника при изменении уровня сигнала на входе. Измерение производится на средневолновом диапазоне на частоте 1000 кГц. На вход радиоприемника через эквивалент антенны от генератора подают сигнал 0,1 В с глубиной модуляции 30 %. Регулятор громкости устанавливают в положение, при котором напряжение на выходе радиоприемника соответствует стандартной выходной мощности. Регуляторы тембра переводят в положение, соответствующее узкой полосе пропускания, а регулятор полосы — в положение, соответствующее широкой полосе пропускания. Затем напряжение генератора уменьшают в определенное число раз, установленное техническими условиями (например, в 20 раз, или соответственно 26 дБ), и отмечают напряжение на выходе радиоприемника. Отношение напряжений на выходе радиоприемника при максимальном и минимальном сигналах на входе, выраженное в децибелах, характеризует действие АРУ.

Определение переходных затуханий между стереоканалами. На качество воспроизведения стереофонических программ в большой степени влияет степень разделения стереоканалов, т. е. переходные затухания.

Для оценки переходных затуханий по тракту звуковой частоты следует на вход «Звукосниматель» каждого канала через эквивалент звукоснимателя (резистор сопротивлением 200 кОм) подать сигнал звуковой частоты. При этом регулятор громкости устанавливают в положение, соответствующее максимальной громкости, а регуляторы тембра в положение, соответствующее широкой полосе. Изменением уровня входного сигнала получают напряжение на выходе, которое соответствует номинальной выходной мощности.

Затем со входа левого канала сигнал снимают, вход его закорачивают на эквивалент звукоснимателя и измеряют напряжение на выходе этого канала, обусловленное воздействием правого канала. Аналогично производится измерение и для правого канала. Переходные затухания в децибелах определяют отношением напряжений на выходе обоих каналов, когда сигнал подан только на вход одного канала.

Контрольные вопросы и задания

1. Как проверить уровень пульсаций в блоке питания?
2. Каким образом проверяются режимы работы транзисторов?
3. Каковы методы устранения фона в усилителях звуковой частоты?
4. В чем сущность проверки АМ-детектора?
5. Какова последовательность настройки контуров усилителя ПЧ?
6. Как проверить работоспособность гетеродина?
7. Каковы особенности настройки КВ диапазона радиоприемника?
8. Расскажите о настройке дробного детектора и снятии его статической характеристики.
9. Как измерить реальную чувствительность радиоприемника?
10. Объясните, как определяется избирательность радиоприемника по соседнему и зеркальному каналам.

ГЛАВА 13

ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

13.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ

Охрана труда включает систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. В условиях ускорения научно-технического прогресса постоянно внедряются новые технологические процессы, осуществляется интенсификация существующих, происходит усиление влияния на работающих многих производственных факторов, таких, как различные виды электромагнитных излучений, ультразвук, вибрация, шум, пыль, органические и неорганические соединения.

В целях предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний от воздействия основных и вредных производственных факторов на предприятиях принимаются меры по их предупреждению и устранению, а также снижению степени воздействия на работающих и созданию оптимальных условий труда на рабочем месте.

Правильная организация труда и выполнение основных требований системы стандартов безопасности труда (ССБТ) и промышленной санитарии способствуют созданию безопасных условий труда. Основными являются требования безопасности условий труда, полностью исключающих производственные травмы, ушибы, отравления, поражения электрическим током, засорение глаз и др. Важное значение для обеспечения безопасных условий труда имеет соблюдение требований производственной санитарии.

Производственная санитария — это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов. Она направлена на постоянное поддержание производственных помещений и рабочих мест в чистоте, их достаточную и рациональную освещенность, обеспечение заданных норм отопления и вентиляции, своевременное исключение вредных газов, лучистой и высокочастотной энергии, а также устранение или значительное ослабление шума и вибрации.

При обслуживании и ремонте БРЭА необходимо строго выполнять требования безопасности труда и производственной санитарии. Радиомеханики, непосредственно занимающиеся ремонтом и техническим обслуживанием БРЭА, проходят проверку знаний по безопасности труда один раз в год. Прошедшие проверку знаний и допущенные к работе радиомеханики несут ответственность за соблюдение правил и безопасных приемов труда.

Производственные помещения для ремонта БРЭА (стационарные мастерские) относятся к категории помещений без повышенной опасности. Заземленные конструкции, находящиеся в производственных помещениях (водопроводные трубы, батареи отопления), должны быть надежно защищены диэлектрическими щитами или решетками. Рабочее оборудование (корпуса переносной радиоизмерительной аппаратуры, электрооборудование столов радиомехаников), установленное в производственных помещениях, не должно заземляться.

При ремонте аппаратуры с автотрансформаторной схемой питания необходимо строго соблюдать правила безопасности в связи с имеющимся напряжением на его шасси по отношению к «Земле». Электропаяльник и лампы местного освещения необходимо применять на напряжение не более 42 В. Для понижения напряжения сети 220 и 127 В до 42 В следует применять понижающий трансформатор. Один конец вторичной (понижающей) обмотки трансформатора и металлический корпус необходимо заземлять.

При выполнении электромонтажных работ в схемах БРЭА *категорически запрещается* проверять на ощупь наличие напряжения, нагрев токоведущих частей схемы, применять для соединения радиоэлементов и приборов провода с поврежденной изоляцией, производить пайку и установку радиоэлементов, находящихся под напряжением, заменять предохранители во включенной БРЭА.

Несоблюдение правил безопасности труда и требований промышленной санитарии может привести к поражениям электрическим током и травмам, засорению глаз и отравлениям.

13.2. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

При обслуживании и ремонте БРЭА возможно поражение электрическим током, вызванное прикосновением к оголенным или плохо изолированным токоведущим частям или к корпусу, оказавшемуся под напряжением, а также к отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд.

Воздействие электрического тока на организм человека проявляется весьма разнообразно. Оно может быть тепловым (ожог), механическим (разрыв тканей), химическим (электролиз) и биологическим (сокращение мышц, паралич дыхания и сердца).

Степень поражения человека электрическим током в основном зависит от электрического сопротивления его тела. На величину этого сопротивления влияют состояние кожи (целость, чистота и влажность), площадь соприкосновения с токоведущей поверхностью и плотность контакта с ней, значение и род тока и приложенного напряжения, частота тока, время протекания его, общее состояние нервной системы. Неповрежденная, сухая и чистая кожа, а соответственно и тело человека, имеет сопротивление от 10 000 до 100 000 Ом.

У поврежденной, загрязненной и влажной кожи поверхностное сопротивление снижается до 1000 Ом. За расчетное значение сопротивления тела человека принято 1000 Ом.

Значение электрического тока, проходящего через тело человека, является важнейшим фактором, влияющим на исход поражения. Его величина, как правило, зависит от напряжения прикосновения и сопротивления электрической цепи, в которую включился человек. Наиболее опасным для человека является переменный ток промышленной частоты 50 Гц и ток, проходящий через голову, грудную клетку, а также вдоль оси тела (рука — нога — земля). Менее опасен путь прохождения тока между двумя пальцами одной руки или от ноги к ноге.

С ростом напряжения опасность поражения током возрастает. Относительно безопасно малое напряжение до 42 В для сухой и 12 В для влажной среды. В целях уменьшения опасности поражения электрическим током такое напряжение применяется для питания электрифицированного инструмента, переносных светильников и местного освещения. В соответствии с ГОСТ 12.1.038—82 установлены предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов при прохождении тока от одной руки к другой и от руки к ногам при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки, которые приведены в табл. 13.1.

Табл. 13.1. **Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки**

Ток	*U*, В не более	*I*, мА не более
Переменный ток с частотой, Гц:		
50	2,0	0,5
400	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Опасность поражения током возрастает, если действию тока подвергаются люди, страдающие повышенной потливостью, болезнями сердца, заболеваниями нервной системы и в состоянии опьянения.

Степень опасности поражения человека электрическим током во многом зависит от состояния рабочего помещения, и в первую очередь его полов. По электробезопасности помещения бывают следующих категорий: I *категория* — помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из признаков: токопроводящие полы или токопроводящая пыль, сырость, влажность воздуха, длительно превышающая 75 %; температура, превышающая 35 °С; *II категория* — особо опасные помещения, характеризующиеся наличием особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100 %), химически активной среды или одновременным наличием двух и более условий повышенной опасности; *III категория* — помещение без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Сухие деревянные полы практически являются нетокопроводящими, а бетонные и железобетонные полы даже при незначительном увлажнении имеют малое сопротивление электрическому току. В помещениях с такими полами опасность поражения током повышается.

13.3. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ, РЕМОНТЕ И РЕГУЛИРОВКЕ БРЭА

При техническом обслуживании, ремонте и регулировке БРЭА радиомеханик должен быть в одежде с длинными рукавами, в халате или нарукавниках. Необходимо пользоваться инструментом с изолированными ручками.

До проверки и ремонта нужно убедиться в соответствии предохранителей напряжению питающей сети и в отсутствии замыкания в шнуре питания или в его вилке. Перед ремонтом радиоаппарат следует выключить из розетки электросети. До подключения измерительной аппаратуры или замены неисправных радиоэлементов с помощью отвертки с изолированной ручкой нужно снять остаточный заряд с конденсаторов фильтра выпрямителя и с кинескопа телевизора.

Ремонтировать и проверять радиоаппаратуру под напряжением разрешается только в тех случаях, когда иначе выполнить работу невозможно (настройка, регулировка, измерение режимов и т. п.). При этом необходимо быть особенно внимательным, чтобы избежать прикосновения к токоведущим частям радиоаппарата. Работать в данном случае следует одной рукой, держа другую за спиной.

При ремонте или проверке включенного в электросеть радиоаппарата, кроме радиомеханика, непосредственно выполняющего ремонт, необходимо присутствие еще одного лица. Лица, не выполняющие ремонт, должны находиться на безопасном расстоянии (не менее 3 м) от ремонтируемого радиоаппарата.

Запрещается производить измерение сопротивления проводов, замену радиоэлементов, пайку, монтаж и другие операции, выполняемые двумя руками, в радиоаппаратуре без предварительного отключения ее от электросети и снятия остаточных зарядов, а также работать с часами на металлическом браслете. Применение паяльников с питанием от сети 127—220 В небезопасно для жизни в случае пробоя изоляции между спиралью и стержнем паяльника. Радиоэлементы (резисторы, конденсаторы) и оголенные провода нужно поддерживать пинцетом или плоскогубцами. Поскольку при пайке выделяются вредные для здоровья пары, то помещение должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией, тщательно проветриваться.

Особую осторожность следует соблюдать при работе со снятым футляром или задней стенкой радиоприемника либо телевизора, находящегося под напряжением. Ремонт телевизоров без футляра или с открытым шасси, а также все работы с открытым кинескопом должны производиться в защитных очках или маске.

При ремонте телевизоров цветного изображения следует особо помнить об имеющихся опасных для жизни напряжениях (240—380, 3000—5000 и 15 000—25 000 В). Ввиду опасности рентгеновского излучения запрещается включать телевизор при снятом экране с ламп выпрямителя высокого напряжения, а также производить регулировку со снятым экраном с блока развертки и при неисправном высоковольтном выпрямителе.

Запрещается оставлять без надзора включенные радиоаппарат, измерительную аппаратуру и электропаяльник.

13.4. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШЕМУ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Результат первой помощи пострадавшему определяется быстротой освобождения его от действия тока, умением предпринимать необходимые действия.

Основным требованием при оказании помощи пострадавшему от электрического тока является необходимость немедленно обесточить проводку и освободить его от воздействия тока. Если источник тока отключить не удается, то необходимо оторвать человека от токоведущих частей, пользуясь резиновыми перчатками, сухой одеждой или другим нетокопроводящим предметом. Прикасаться незащищенными руками к голым частям тела человека, находящегося под напряжением, недопустимо, поскольку в этом случае тот, кто оказывает помощь, сам может быть поражен электрическим током.

Меры оказания помощи пострадавшему зависят от состояния, в котором он находится после освобождения от действия электрического тока. Во всех случаях поражения током необходимо вызвать скорую помощь. Если пострадавший находится в сознании, то его следует уложить в удобное положение, накрыть теплой одеждой и до прихода врача обеспечить полный покой. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие тяжелых симптомов после поражения электрическим током не исключает возможность ухудшения состояния.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но сохранились устойчивые дыхание и пульс, его следует уложить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт и срочно вызвать врача. Если пострадавший плохо дышит или у него отсутствуют дыхание, сердцебиение и пульс, а болевые раздражения не вызывают реакций, то следует делать искусственное дыхание и массаж сердца до восстановления дыхания и пульса.

При оказании помощи пострадавшему дорога каждая секунда, поэтому первую помощь следует оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия.

13.5. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИСКУССТВЕННОГО ДЫХАНИЯ И НАРУЖНОГО МАССАЖА СЕРДЦА

Искусственное дыхание надо делать способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос». Для искусственного дыхания пострадавшего укладывают на спину на жесткую поверхность (скамью, пол), расстегивают пояс и одежду, стесняющую части тела. Начинать искусственное дыхание следует немедленно после освобождения пострадавшего от электрического тока и продолжать непрерывно до достижения положительного результата. Если во время искусственного дыхания пострадавший пошевелит губами или веками либо сделает глотательное движение гортанью (кадыком), нужно проверить, не сделает ли он вдох самостоятельно. После того, как пострадавший начнет дышать самостоятельно, искусственное дыхание производить не следует, так как это может причинить лишь вред. Если после нескольких мгновений оживления окажется, что пострадавший не дышит, то необходимо продолжить искусственное дыхание.

Перед выполнением искусственного дыхания необходимо освободить рот пострадавшего от слизи. Если рот крепко стиснут, то раскрыть его можно, выдвигая нижнюю челюсть. Для этого надо пальцы рук поставить позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвигать нижнюю челюсть так, чтобы она оказалась впереди верхней. Если таким образом раскрыть рот не удается, следует в углы рта между задними коренными зубами осторожно, чтобы не сломать зубы, вставить дощечку, металлическую пластинку, ручку ложки или другой предмет и с их помощью разжать зубы.

Способ искусственного дыхания «рот в рот» заключается в том, что оказывающий помощь производит выдох из своих легких в легкие пострадавшего через специальное приспособление или непосредственно через рот или нос. Этот способ очень эффективен, поскольку количество воздуха, поступающего в легкие пострадавшего за один вдох, в 4 раза больше, чем при других способах. Приспособление для искусственного дыхания (рис. 13.1) состоит из двух отрезков резиновой или гибкой пластмассовой трубки диаметром 8—12 мм, длиной 60 и 100 мм, натянутых на металлическую или твердую пластмассовую трубку длиной 40 мм, и овального фланца, вырезанного из плотной резины. Фланец натягивают на стык отрезков резиновых трубок, плотно зажимая при этом место их соединения.

Для проведения искусственного дыхания способом «рот в рот» пострадавшего необходимо уложить на спину, вложить в раскрытый рот трубку: взрослому — длинным концом, подростку — коротким. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы язык пострадавшего не запал назад и не закрыл дыхательного пути и чтобы вставленная в рот трубка попала в дыхательное горло, а не в пищевод. Голову пострадавшему следует запрокинуть назад, подложить ему под затылок руку, а второй рукой надавить на лоб так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей. Затем, встав на колени (рис. 13.2), надо прижать фланец трубки к губам, а большими

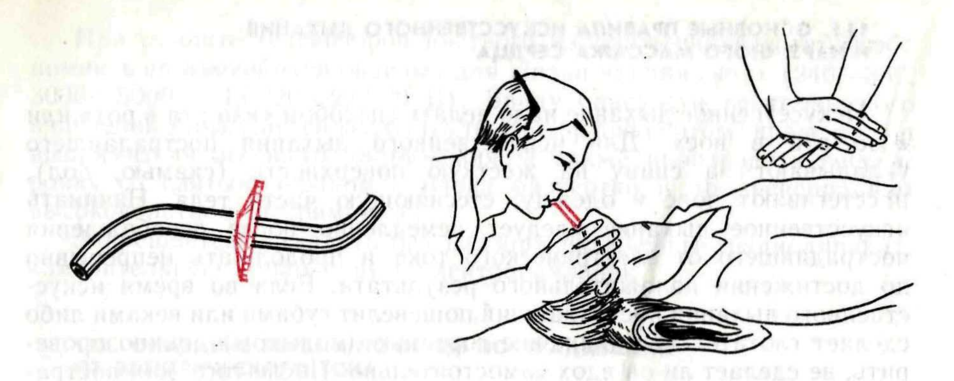


Рис. 13.1. Приспособление для искусственного дыхания

Рис. 13.2. Метод искусственного дыхания «рот в рот»

пальцами обеих рук зажать пострадавшему нос, чтобы вдуваемый через приспособление воздух не выходил обратно, минуя легкие. Выполнять искусственное дыхание необходимо со скоростью около 10—12 выдохов в минуту. Чтобы обеспечить свободный выход воздуха из легких пострадавшего, после каждого вдувания нужно освобождать ему нос и рот, не вынимая трубки изо рта.

При отсутствии приспособления вдувание воздуха можно производить непосредственно через рот или нос, используя при этом марлю, салфетку или носовой платок. Оказывающий помощь плотно охватывает своим ртом рот пострадавшего, одновременно зажимая ему нос. Когда оказывающий помощь поднимает голову, чтобы сделать вдох, у пострадавшего происходит пассивный выдох. Если невозможно полностью охватить рот пострадавшего, то вдувать воздух в его легкие следует через нос, плотно закрыв при этом рот пострадавшего.

При проведении искусственного дыхания нельзя допускать охлаждения пострадавшего — под его тело следует подстелить что-нибудь теплое, а сверху укрыть его.

Одновременно с искусственным дыханием при отсутствии у пострадавшего пульса проводится наружный (непрямой) массаж сердца. Для этого второй человек, оказывающий помощь, становится на колени с левой стороны от пострадавшего, накладывает одну руку на другую и ритмично, толчками с частотой 50—60 раз в минуту, надавливает на нижнюю треть левой части груди, прижимая ее на 3—4 см ближе к позвоночнику. Действия оказывающих помощь должны быть согласованы. Вдувание воздуха и наружный массаж должны проводиться поочередно, т. е. один вдувает воздух, а в паузы, когда у пострадавшего происходит пассивный выдох, другой человек надавливает на грудную клетку.

После появления первых признаков оживления наружный массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать еще в течение 5—10 мин.

13.6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пожарная безопасность объекта регламентируется строительными нормами, правилами и инструкциями по обеспечению пожарной безопасности. На каждом объекте, в организации и учреждении пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и пожарной защиты. Система предотвращения пожара включает в себя комплекс мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Система пожарной защиты состоит из комплекса организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Основными причинами возникновения пожаров в радиоэлектронной аппаратуре и электроустановках могут быть короткое замыкание, перегрузка проводов, искрение, неисправность в контактных соединениях, небрежное обращение с огнем при ремонтных работах и самовозгорание веществ.

Для защиты проводов от перегрузок и токов короткого замыкания, других нарушений режимов устанавливают предохранители или автоматические выключатели. Во избежание опасных в пожарном отношении переходных сопротивлений в электрических соединениях их выполняют при помощи пайки, опрессовки или специальных зажимов. Переносные светильники оборудуют защитными стеклянными колпаками и сетками. Электропаяльники при включении в сеть должны устанавливаться на несгораемые подставки. Причиной пожаров могут быть и неисправности в устройстве и при эксплуатации осветительной сети. Не разрешается пользоваться неисправными выключателями, розетками, патронами.

Серьезную опасность возникновения пожара представляют легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) — бензин, растворители и др. Поэтому для хранения ЛВЖ должны быть выделены специальные отсеки, изолированные от других помещений.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности включают создание профессиональных пожарных команд (ППК) на крупных заводах и в территориально-административных районах, добровольных пожарных дружин и пожарно-технических комиссий на каждом объекте, в организации и учреждении. Каждый работающий обязан четко знать и строго выполнять установленные правила пожарной безопасности, не допускать действий, которые могут привести к пожару или загоранию. С этой целью организуется обучение рабочих, служащих и населения правилам пожарной безопасности, проведение инструктажей, применяются средства наглядной агитации.

Каждый обнаруживший пожар или загорание обязан немедленно сообщить об этом в пожарную охрану по телефону 01 и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения: огнетушителями, асбестовым или грубошерстным полотном, песком, водой. При тушении, кроме огнегасительных средств, применяется

ломовой и шанцевый инструмент: ломы, багры, топоры, лопаты, ведра и т. п. Все это располагается на специальном щите у входа в помещение или вблизи него.

Среди средств пожаротушения основное место принадлежит ручным огнетушителям, которые предназначены для тушения пожаров в начальной стадии. По виду огнетушащих веществ их подразделяют на химические пенные, воздушно-пенные, углекислотные и порошковые.

Химические пенные огнетушители предназначены для тушения твердых и жидких веществ и материалов. Промышленностью выпускаются три вида таких огнетушителей: ОХП-10, ОП-М и ОП-9ММ. Для приведения таких огнетушителей в действие поворачивают на 180° ручку запорного устройства, опрокидывают корпус вверх дном и направляют струю пены в очаг горения. Дальность подачи пенной струи 6—8 м. Для тушения горящих радиоаппаратов, электропроводки и электроустановок, находящихся под напряжением, применять пенные огнетушители нельзя, так как пена является проводником электрического тока.

Воздушно-пенные огнетушители имеют заряд, состоящий из водного раствора и пенообразователя ПО-1. Раствор из огнетушителя выталкивается углекислым газом в насадок, где раствор перемешивается с воздухом и образуется воздушно-механическая пена. Выпускаются ручные воздушно-пенные огнетушители типов ОВП-5 и ОВП-10.

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения небольших очагов горения веществ, материалов и электроустановок. В качестве огнетушащего средства используют диоксид углерода CO_2— бесцветный газ с едва ощутимым запахом, который не поддерживает горения. Углекислый газ в жидком или газообразном состоянии, попадая в зону горения, понижает концентрацию кислорода и охлаждает горящие предметы, в результате чего прекращается горение. Промышленностью выпускаются ручные малогабаритные углекислотные огнетушители типа ОУ-2ММ, ОУ-5ММ, применяемые в условиях минимального магнитного поля, а также ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8. Внешне они отличаются от химических пенных огнетушителей меньшим размером, массой и наличием раструба — снегообразователя.

Порошковые огнетушители типа ОПС-10 предназначены для тушения небольших загораний, когда применение пенных или углекислотных огнетушителей неэффективно или может вызвать нежелательные явления (взрыв, дальнейшее развитие пожара). *Порошки общего назначения* типа ПСБ, ПФ и П1А используют для тушения горючих жидкостей и газов, древесины и других материалов на основе углерода. *Порошки специального назначения* типа ПС и СИ-2 служат для тушения щелочных металлов, алюминиевых и кремнийорганических соединений и других веществ, способных к самовозгоранию.

В зданиях и производственных помещениях для подачи воды в очаг пожара используется водопровод, рассчитанный на бесперебойную подачу воды, выкидные рукава и пожарные стволы со сменными насадками и расходом воды 5—9 л/с. Применение воды противопоказано при тушении легковоспламеняющихся горючих жидкостей, электроустановок, находящихся под напряжением, и уникального оборудования. Сухой, чистый и просеянный песок тушит малые очаги пожара так же, как водяной пар и инертные газы.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы основные требования безопасности труда и промышленной санитарии при ремонте БРЭА?
2. В чем проявляется действие электрического тока на организм человека?
3. Какие требования предъявляются к инструменту, приспособлениям, измерительной аппаратуре, применяемым при ремонте и настройке БРЭА?
4. Расскажите, какие меры безопасности необходимо соблюдать при ремонте и настройке БРЭА, находящейся под напряжением.
5. В каких случаях выполняют искусственное дыхание и массаж сердца?
6. Что может явиться причиной пожара в БРЭА и электроустановках?
7. Каковы особенности тушения пожаров в радиоаппаратах, находящихся под напряжением?

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ОБОЗНАЧЕНИЯ НОМИНАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН СОПРОТИВЛЕНИЯ И ЕМКОСТИ ПО ГОСТ 11076—69

Обозначения номинальных величин и единиц измерения сопротивления

Единицы измерения	Обозначения единиц измерения	Пределы номинальных сопротивлений	Примеры полных обозначений	Примеры кодированных обозначений	Пределы номинальных сопротивлений	Обозначения единиц измерения	Единицы измерения
1	2	3	4	5	6	7	8
Омы	Ом	До 1000	0,1 Ом 0,47 Ом 0,475 Ом 4,7 Ом 4,75 Ом 47 Ом 47,5 Ом	Е10 Е47 Е475 4Е7 4Е75 47Е 47Е5	До 1000	Е	Омы
			100 Ом 470 Ом 475 Ом	К10 К47 К475	От 0,1		
Килоомы	кОм	От 1 До 1000	1 кОм 4,7 кОм 4,75 кОм 47 кОм 47,5 кОм	1К0 4К7 4К75 47К 47К5	До 100	К	Килоомы
			100 кОм 470 кОм 475 кОм	М10 М47 М475	От 0,1		
Мегаомы	МОм	От 1	1 МОм 4,7 МОм 4,75 МОм 47 МОм 47,5 МОм	1М0 4М7 4М75 47М 47М5	До 100	М	Мегаомы
		До 1000	100 МОм 470 МОм 475 МОм	Г10 Г47 Г475	От 0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8
Гигаомы	ГОм	От 1	1 ГОм 4,7 ГОм 4,75 ГОм 47 ГОм 47,5 ГОм	1Г0 4Г7 4Г75 47Г 47Г5	До 100	Г	Гигаомы
		До 1000	100 ГОм 470 ГОм 475 ГОм	Т10 Т47 Т475	0,1 и выше		
Тераомы	ТОм	1 и выше	1,0 ТОм 1,01 ТОм	1Т0 1Т01		Т	Тераомы

Обозначения номинальных величин и единиц измерения емкости

Единицы измерения	Обозначения единиц измерения	Пределы номинальных сопротивлений	Примеры полных обозначений	Примеры кодированных обозначений	Пределы номинальных сопротивлений	Обозначения единиц измерения	Единицы измерения
1	2	3	4	5	6	7	8
Пикофарады	пФ	До 10 000	1 пФ 1,5 пФ 1,52 пФ 15 пФ 15,2 пФ	1П0 1П5 1П52 15П 15П2	До 100	П	Пикофарады
			100 пФ 150 пФ 152 пФ 1000 пФ 1500 пФ 1520 пФ	Н10 Н15 Н152 1Н0 1Н5 1Н52	От 0,1	Н	Нанофарады
			0,01 мкФ 0,015 мкФ 0,0152 мкФ	10Н 15Н 15Н2	До 100		
Микрофарады	мкФ	0,01 и выше	0,1 мкФ 0,15 мкФ 0,152 мкФ 1 мкФ 1,5 мкФ 1,52 мкФ 15 мкФ	М10 М15 М152 1М0 1М5 1М52 15М	0,1 и выше	М	Микрофарады

1	2	3	4	5	6	7	8
			15,2 мкФ	15M2			
			150 мкФ	150M			
			152 мкФ	152M			

Кодирование обозначения допускаемых отклонений

Допускаемые отклонения емкости и сопротивления от номинальных величин, %	Кодированные обозначения		Допускаемые отклонения емкости от номинальных величин		Кодированные обозначения
	ГОСТ 11076—69	СТ СЭВ 1810—79	пФ	%	
±0,1	Ж	B		+50 −10	Э
±0,25	У	C			
±0,5	Д	D		+50 −20	Б
±1	Р	F		+80 −20	A
±2	Л	G	—		
±5	И	J		+100	Я
±10	С	K		+100 −10	Ю
±20	В	M	±0,4	—	X
±30	Ф	N			

2. ЦВЕТА ЗНАКОВ МАРКИРОВКИ ЗНАЧЕНИЯ НОМИНАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ДОПУСКАЕМОГО ОТКЛОНЕНИЯ

Цвет знака маркировки	Номинальное сопротивление, Ом				Допускаемое отклонение сопротивления от номинальной величины, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
Серебристый	—	—	—	10^{-2}	±10
Золотистый	—	—	—	10^{-1}	±5
Черный	—	0	—	1	—
Коричневый	1	1	1	10	±1
Красный	2	2	2	10^2	±2
Оранжевый	3	3	3	10^3	—
Желтый	4	4	4	10^4	—
Зеленый	5	5	5	10^5	±0,5
Голубой	6	6	6	10^6	±0,2
Фиолетовый	7	7	7	10^7	±0,1
Серый	8	8	8	10^8	±0,05
Белый	9	9	9	10^9	—

3. БУКВЕННЫЕ КОДЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДОВ ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОСХЕМ

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
A	Устройство (общее обозначение)		
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания), *аналоговые или* многоразрядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель	BA
		Магнитострикционный элемент	BB
		Телефон (*капсюль*)	BD
		Тепловой датчик	BK
		Фотоэлемент	BE
		Микрофон	BM
		Пьезоэлемент	BP
		Датчик частоты вращения (тахогенератор)	BQ
		Звукосниматель	BS
		Датчик скорости	BV
C	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	DA
		Схема интегральная цифровая, логический элемент	DD
		Устройства: хранения информации	DS
		задержки	DT
E	Элементы разные	Нагревательный элемент	EK
		Лампа осветительная	EL
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	FA
		То же, инерционного действия	FP
		Предохранитель плавкий	FU
		Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FV
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации	HA
		Индикатор с символами	HG
		Прибор световой сигнализации	HL

1	2	3	4
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Реле времени Реле напряжения	KA KH KK KT KV
L	Катушка индуктивности, дроссель		
M	Двигатели		
P	Измерительные приборы	Амперметр Частотомер Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	PA PF PI PK PS PT PV PW
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации, измерительных	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический	SA SB SF
T	Трансформаторы	Трансформатор тока Трансформатор напряжения	TA TV
U	Устройства связи, преобразователи	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UB UR UI UZ
V	Приборы полупроводниковые, электровакуумные	Диод, стабилитрон Транзистор Тиристор Прибор электровакуумный	VD VT VS VL
W	Антенны	Трансформатор, фазовращатель Аттенюатор Антенна	WT WU WA

1	2	3	4
X	Соединения контактные	Токосъемник контактный скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	XA XP XS XT XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом	YA YB
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ

4. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НОВЫХ ГОСТах НА ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩУЮ АППАРАТУРУ

ГОСТ 1115—87 «Устройства воспроизведения механической звукозаписи»

Данный ГОСТ вводится с 01.01.89 г. взамен ГОСТ 18631—83 в части ЭПУ, ГОСТ 11157—80 и ГОСТ 24470—80.

Стандарт распространяется на устройства воспроизведения механической звукозаписи — электропроигрывающие устройства, электропроигрыватели и электрофоны.

Перечисленные устройства по электромеханическим, электрическим и электроакустическим параметрам и потребительским (эксплуатационным) удобствам подразделяют на четыре группы сложности: 0 (высшая), 1, 2 и 3-я. По конструктивному исполнению электрофоны делятся на однокорпусные (в том числе однокорпусные с выносными акустическими системами) и блочные (разъемные).

Для стереофонических ЭПУ со скоростно-чувствительной головкой звукоснимателя к обозначению добавляются буквы «СМ», а для стереофонических ЭПУ с амплитудно-чувствительной головкой звукоснимателя — буквы «СП». Например, 2-ЭПУ-90 СМ обозначает: стереофоническое ЭПУ 2-й группы сложности со скоростно-чувствительной головкой звукоснимателя, 90-я разработка.

ГОСТ 18631—87 «Головки звукоснимателей»

ГОСТ вводится с 01.01.89 г. взамен ГОСТ 18631—83 в части головок звукоснимателей. Стандарт распространяется на монофонические и стереофонические головки звукоснимателей, предназначенные для преобразования сигналов с грампластинок в электрические сигналы. По электрическим параметрам головки звукоснимателей подразделяются на четыре группы сложности: 0 (высшую), 1, 2 и 3-ю.

Наименование головки звукоснимателя состоит из букв и цифр: буквы «ГЗМ» обозначают скоростно-чувствительные, а «ГЗП» — амплитудно-чувствительные головки; первая цифра указывает группу сложности, а вторая и третья цифры — порядковый номер разработки; буква «С» указывается только для стереофонических амплитудно-чувствительных головок. Например, ГЗМ-012: головка звукоснимателя магнитная (скоростно-чувствительная) высшей группы сложности, 12-я разработка.

Нумерация и цвета маркировки контактных выводов стереофонической головки звукоснимателя должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Число контактных выводов	Назначение контактного вывода головки звукоснимателя	Номер или буквенное обозначение контактного вывода	Цвет маркировки
3	Левый канал Общий канал Правый канал	L(1) G(2) R(3)	Белый Черный Красный
4	Левый канал (сигнальный) Левый канал (корпус) Правый канал (сигнальный) Правый канал (корпус)	L(1) LG(2) R(3) RG(4)	Белый Синий Красный Зеленый

При применении пятиконтактного выводного соединения общий вывод головки звукоснимателя должен иметь маркировку черного цвета. Контактные выводы монофонической головки звукоснимателя не маркируют.

ГОСТ 24863—87 «Магнитофоны бытовые»

ГОСТ 24863—87 вводится с 01.01.89 г. взамен ГОСТ 24863—81. Стандарт распространяется на бытовые магнитофоны, магнитофоны-приставки и магнитофонные панели, работающие с магнитной лентой шириной 6,30 и 3,81 мм. Стандарт не распространяется на магнитофоны, предназначенные для установки в транспортных средствах, и магнитофоны-игрушки.

Бытовые магнитофоны в зависимости от значений параметров подразделяются на пять групп сложности: 0 (высшую), 1, 2, 3 и 4-ю. При этом для катушечных магнитофонов предусмотрены только две группы сложности: 0-я и 1-я. В зависимости от условий эксплуатации магнитофоны делятся на стационарные и носимые (в том числе и минимагнитофоны — объемом менее 1 дм^3).

В новом ГОСТе изменены значения отдельных параметров. Время интеграции для индикатора уровня записи максимальных значений должно быть от 20 до 250 мс, а время обратного хода — от 1,0 до 2,5 с. Время интеграции и обратного хода для индикаторов средних значений установлено от 150 до 350 мс. Для индикатора перегрузки время интеграции находится в пределах от 5,0 до 20 мс, а время обратного хода — от 1,0 до 2,5 с.

С 01.01.90 г. устанавливаются новые нормы на массу и потребляемую мощность магнитофонов.

Масса носимых монофонических магнитофонов с питанием от автономных источников не должна быть более 3,0; 2,1 и 2,0 кг для 2, 3 и 4-й групп сложности соответственно; масса носимых стереофонических магнитофонов с питанием от автономных источников не должна быть более 3,9; 3,4 и 3,0 кг для 2, 3 и 4-й групп сложности соответственно. Для магнитофонов с универсальным питанием допускается увеличение массы до 0,5 кг относительно приведенных норм.

Масса кассетных стационарных магнитофонов-приставок не должна быть более 8,0; 6,0; 5,0 и 4,0 кг для 0, 1, 2 и 3-й групп сложности соответственно. Масса катушечных магнитофонов-приставок не должна быть более 20 и 18 кг для 0-й и 1-й групп сложности соответственно.

Потребляемая мощность катушечных магнитофонов-приставок не должна быть более 130 и 70 В · А для 0-й и 1-й групп сложности соответственно; для кассетных стационарных магнитофонов-приставок потребляемая мощность должна быть не более 28; 25; 22 и 13 В · А для 0, 1, 2 и 3-й групп сложности соответственно.

ГОСТ 23963—86 «Ленты магнитные для бытовой звукозаписи»

Данный ГОСТ 23963—86 вводится с 01.01.89 г. впервые. Он распространяется на магнитные ленты, предназначенные для применения в бытовой аппаратуре магнитной записи и скоростного копирования фонограмм.

В зависимости от назначения магнитные ленты подразделяются на катушечные с номинальной шириной 6,30 мм и кассетные с номинальной шириной 3,81 мм. Ленты шириной 3,81 мм, согласно классификации Международной Электротехнической Комиссии (МЭК), делятся на четыре типа: МЭК I, МЭК II, МЭК III и МЭК IV.

Указанный стандарт устанавливает новое условное обозначение магнитных лент, состоящее из буквы Б и чисел. Например, Б-3716: буква Б означает, что лента предназначена для бытовой звукозаписи и скоростного копирования фонограмм шириной 6,30 мм; число 37 указывает номинальную толщину ленты в микрометрах, а 16 — номер разработки. Для лент шириной 3,81 мм после буквы Б обозначается тип ленты согласно МЭК. Например, Б1-1817 — лента бытовая типа МЭК I, шириной 3,81 мм, номинальной толщиной 18 мкм, 17-я разработка.

Для лент шириной 6,30 мм в начале и конце рулона ленты подклеены ракорды соответственно белого и красного цветов длиной не менее 1 м. Длина лент в зависимости от номера катушки и номинальной толщины приведена в табл. 2.

Таблица 2

Номинальная толщина, мкм	Длина ленты, м, не менее			
	Номер катушки			
	15	18	22	25
37	375	550	800	1100
27	500	750	1100	1650

ГОСТ 19775—87 «Головки магнитные для магнитофонов»

Данный ГОСТ 19775—87 введен с 01.07.88 г. взамен ГОСТ 19775—81. Он распространяется на индукционные магнитные головки и блоки магнитных головок для катушечных и кассетных магнитофонов по ГОСТ 24863—87.

В соответствии со стандартом магнитные головки для работы с лентой шириной 6,30 мм подразделяются на две группы: высшую (0) и 1-ю, а для работы с лентой шириной 3,81 мм — на три группы: высшую (0), 1 и 2-ю. В зависимости от конструктивного исполнения магнитные головки делятся на однодорожечные и двухдорожечные, нормальных размеров, уменьшенных и для узкого окна кассеты.

Условное обозначение магнитных головок состоит из элементов, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Номер позиции в обозначении головки	Элемент обозначения		Условное обозначение
	признак обозначения	вид признака или функция	
1	2	3	4
1	Ширина ленты, с которой соприкасается головка	6,30 мм 3,81 мм	6 3
2	Функциональное назначение головки	Запись Воспроизведение Стирание Универсальная головка (запись или воспроизведение) Комбинированная головка:	А В С Д
		запись и воспроизведение	К

Окончание табл. 3

1	2	3	4
		стирание и запись	М
		стирание, запись и воспроизведение	Х
3	Максимальное число одновременно записываемых, воспроизводимых или стираемых дорожек фонограммы	Одна дорожка Две дорожки	1 2
4	Максимальное число дорожек фонограммы в обоих направлениях движения ленты	Двухдорожечная фонограмма Четырехдорожечная фонограмма	2 4
5	Номер модификации	Каждая модификация — новый номер после точки	0,1, 0,2...999
6	Группа сложности	—	0; 1 или 2
7	Конструктивное исполнение (головок для работы с лентой 3,81 мм)	Нормальные размеры Уменьшенные размеры Для узкого окна кассеты	 У К

Пример условного обозначения: 6А24.120 — головка записи для работы с лентой шириной 6,30 мм, двухдорожечная, для записи четырехдорожечной фонограммы, 12-я модификация, высшая группа сложности.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев Ю. П. Бытовая радиоаппаратура и ее ремонт.— М.: Радио и связь, 1984.— 310 с.

Алексеев Ю. П. Бытовая приемно-усилительная радиоаппаратура.— М.: Радио и связь, 1987.— 445 с.

Белевцев А. Т. Монтаж радиоаппаратуры и приборов.— М.: Высш. шк., 1982.— 252 с.

Белов И. Ф., Белов В. И. Бытовая приемно-усилительная радиоаппаратура.— М.: Радио и связь, 1985.—528 с.

Бродский М. А. Бытовая радиоаппаратура.— Мн.: Полымя, 1986.— 270 с.

Городилин В. М., Городилин В. В. Регулировка радиоаппаратуры.— М.: Высш. шк., 1986.— 222 с.

Громов Н. В. и др. Радиоприемники, радиолы, электрофоны и магнитофоны.— Л.: Лениздат, 1983.— 170 с.

Козловский Н. С., Виноградов А. Н.— Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения.— М.: Машиностроение, 1982.— 283 с.

Милзарайс Я. Я., Мижуев А. Д. Унифицированные электропроигрывающие устройства II класса.— М.: Радио и связь, 1981.— 126 с.

Никулин Н. В., Назаров А. С. Радиоматериалы и радиокомпоненты.— М.: Высш. шк., 1986.— 205 с.

Павлов С. П. и др. Охрана труда в радио- и электронной промышленности.— М.: Радио и связь, 1985.— 200 с.

Полибин В. В. Ремонт и регулировка бытовой радиоэлектронной аппаратуры.— М.: Легпромбытиздат, 1987.— 238 с.

ГОСТ 5651—82. Устройства радиоприемные бытовые.— М.: Изд-во стандартов, 1983.— 21 с.

ГОСТ 17692—80. Приемники радиовещательные автомобильные.— М.: Изд-во стандартов, 1980.— 9 с.

ГОСТ 24863—81. Магнитофоны бытовые. М.: Изд-во стандартов, 1985.— 31 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

* Составлен редактором.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕВОД ДЕЦИБЕЛ В ОТНОШЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ, ТОКОВ И МОЩНОСТЕЙ

Децибелы	Отношение напряжений или токов	Отношение мощностей	Децибелы	Отношение напряжений или токов	Отношение мощностей
0	1,000	1,000	26	19,95	398,1
0,1	1,012	1,023	27	22,39	501,2
0,2	1,023	1,047	28	25,12	631,0
0,3	1,035	1,072	29	28,18	794,3
0,4	1,047	1,096	30	31,62	1000
0,5	1,059	1,122	31	35,48	1259
0,6	1,072	1,148	32	39,81	1585
0,7	1,084	1,175	33	44,67	1990
0,8	1,095	1,202	34	50,12	2510
0,9	1,109	1,230	35	56,23	3160
1,0	1,122	1,259	36	63,10	3980
2,0	1,26	1,58	37	70,79	5010
3,0	1,41	1,99	38	79,43	6310
4,0	1,58	2,51	39	89,13	7940
5,0	1,78	3,16	40	100,0	10 000
6,0	1,99	3,98	41	112,2	12 600
7,0	2,24	5,01	42	125,9	15 800
8,0	2,51	6,31	43	141,3	19 900
9,0	2,82	7,94	44	158,5	25 100
10	3,16	10,00	45	177,8	31 600
11	3,55	12,59	46	199,5	39 800
12	3,98	15,85	47	223,9	50 100
13	4,47	19,95	48	251,2	60 100
14	5,01	25,12	49	281,8	79 400
15	5,62	31,62	50	316,2	100 000
16	6,31	39,81	51	354,8	126 000
17	7,08	50,12	52	398,1	158 000
18	7,94	63,10	53	446,7	199 000
19	8,91	79,43	54	501,2	251 000
20	10,00	100,00	55	562,3	316 000
21	11,22	125,9	56	631,0	399 000
22	12,59	158,5	57	707,0	501 000
23	14,13	199,5	58	794,3	631 000
24	15,85	251,2	59	891,3	794 000
25	17,78	316,2	60	1000,0	1 000 000

2 р. 50 к.

